tijdschrift van het

nederlands elektronica- en radiogenootschap

deel 44 - nr. 2 - 1979

nederlands elektronica- en radiogenootschap

Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap
Postbus 39, Leidschendam. Gironummer 94746 t.n.v.
Penningmeester NERG, Leidschendam.

HET GENOOTSCHAP

Het Genootschap stelt zich ten doel in Nederland en de Overzeese Rijksdelen de wetenschappelijke ontwikkeling en de toepassing van de elektronica en de radio in de ruimste zin te bevorderen.

Bestuur

Lidmaatschap

Voor lidmaatschap wende men zich tot de secretaris. Het lidmaatschap staat -behoudens ballotage- open voor academisch gegradueerden en hen, wier kennis of ervaring naar het oordeel van het bestuur een vruchtbaar lidmaatschap mogelijk maakt. De contributie bedraagt fl. 55,--.

Studenten aan universiteiten en hogescholen komen bij gevorderde studie in aanmerking voor een junior-lidmaatschap, waarbij 50% reductie wordt verleend op de contributie. Op aanvraag kan deze reductie ook aan anderen worden verleend.

HET TIJDSCHRIFT

Het tijdschrift verschijnt zesmaal per jaar. Opgenomen worden artikelen op het gebied van de elektronica en van de telecommunicatie.

Auteurs die publicatie van hun wetenschappelijk werk in het tijdschrift wensen, wordt verzocht in een vroeg stadium kontakt op te nemen met de voorzitter van de redactie commissie.

De teksten moeten, getypt op door de redactie verstrekte tekstbladen, geheel persklaar voor de offsetdruk worden ingezonden.

De abonnementsprijs van het tijdschrift bedraagt f 55,--. Aan leden wordt het tijdschrift kosteloos toegestuurd.

Tarieven en verdere inlichtingen over advertenties worden op aanvrage verstrekt door de voorzitter van de redactiecommissie.

Redactiecommissie

DE EXAMENS

De door het Genootschap ingestelde examens worden afgenomen in samenwerking met de "Vereniging tot bevordering van Elektrotechnisch Vakonderwijs in Nederland (V.E.V.)". Het betreft de examens:

a. op lager technisch niveau: "Elektronica monteur N.E.R.G.";
b. op middelbaar technisch niveau: Middelbaar Elektronica technicus N.E.R.G.".

Voor deelname, inlichtingen omtrent exameneisen, reglement, en uitgewerkte opgaven wende men zich tot het Centraal Bureau van de V.E.V., Barneveldseweg 39, 3862 PB Nijkerk; tel. 03494 - 4344.

Examencommissie

Broadcasting in the Netherlands

ir. S.J. Noteboom
Nederlandse Omroep Stichting

Abstract:

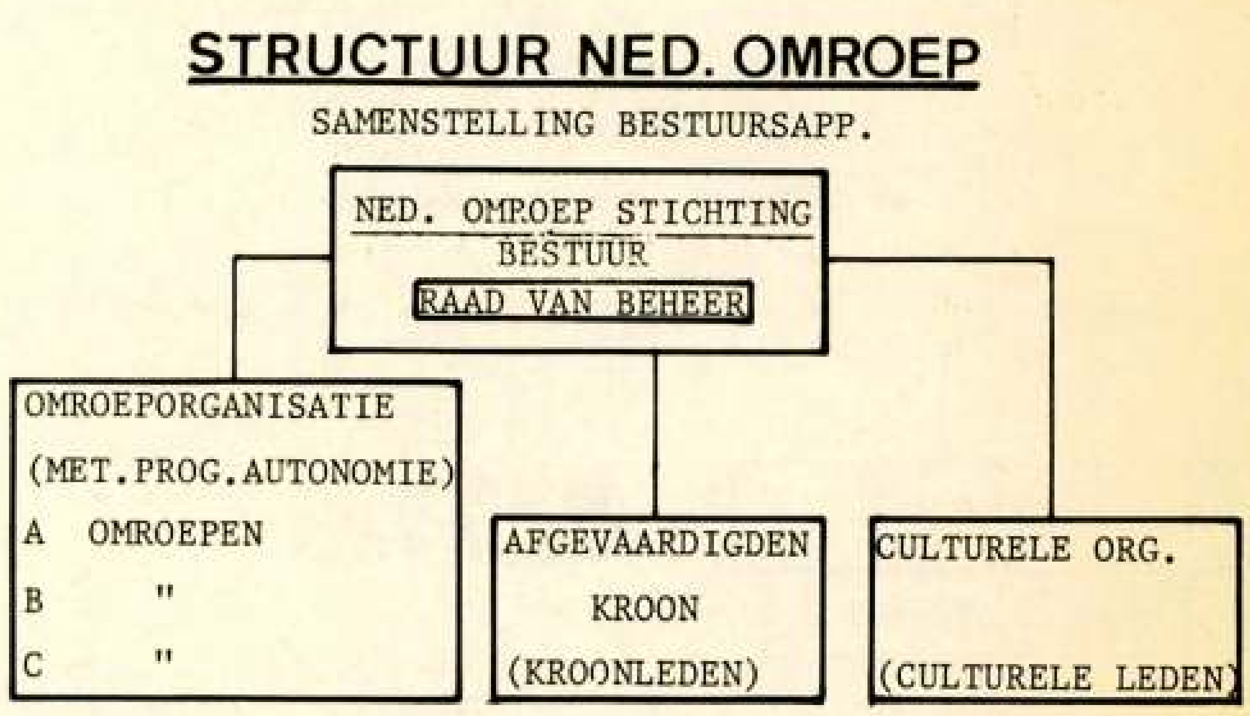
As an introduction to the lectures to be presented on present and future broadcasting technology a review is given about the legislative and organisational framework which form the basis for the N.O.S. - the Netherlands Broadcasting Systems in Hilversum and within the N.O.S. as a body operates the technical and operational services for production an broadcasting of 2 TV and 4 radio networks together for a wide variety of different programme organisation.
A review is given of available studio's and equipment and new techniques to be implemented in the next future.

De stand van de huidige studio-techniek

Als inleiding van dit onderwerp wat vandaag van diverse kanten wordt belicht, wil ik U trachten wat algemene informatie te verschaffen over de binnenlandse omroep in Nederland en de functie van de N.O.S. - de Nederlandse Omroep Stichting - meer in het bijzonder.
De N.O.S. is het samenwerkingsorgaan van de omroep ingesteld bij de Omroepwet in 1967, als gevolg waarvan de N.R.U. en de N.T.S. in 1969 opgingen in de N.O.S. en het huidige omroepbestel ontstond.
De gecompliceerdheid van ons omroepbestel met alle politieke en andere belangenverstrengeling werd in 1966 al geïllustreerd toen bij de behandeling van het wetsontwerp omroepwet de kabinetscrisis ontstond van het kabinet Cals.

De samenhang van de omroep in de N.O.S. is wel het meest duidelijk gematerialiseerd in het gebouwencomplex op het omroepkwartier, waarvan dit hoofdgebouw met parkeergarage de accomodatie biedt om het NERG vandaag te kunnen ontvangen.
In deze zaal, die sinds april j.l. het N.O.S.-Bestuur bij zijn vergaderingen huisvest, pogen we U vandaag de aangekondigde onderwerpen te presenteren.

De Omroepstructuur ziet er als volgt uit: figuur 1



ADSPIRANT - OMROEPEN
OVERIGE ZENDGEM.
POLITIEKE PARTIJEN
REG. OMROEPEN EX. 47B O.W.

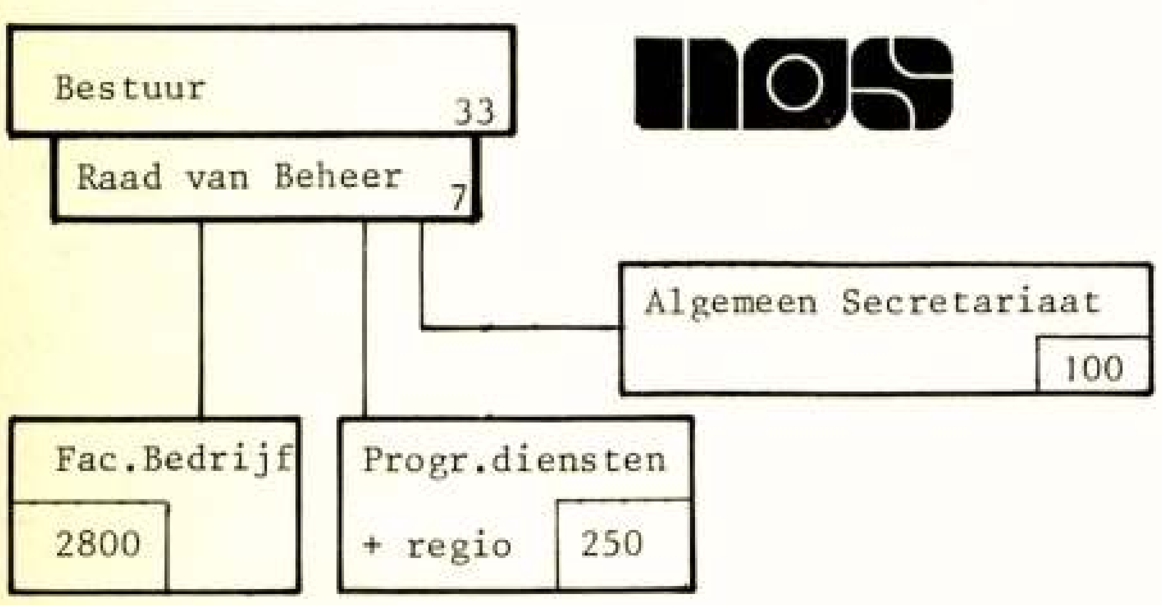
Het Bestuur bestaat uit 2 leden per omroeporganisatie A, B of C d.w.z. 14 (16 inclusief VOO) waar tegenover staan een gelijk aantal leden door de Kroon benoemd, waarvan de helft op voordracht van culturele organisaties wordt aangewezen.
Met de voorzitter tevens door de Kroon benoemd, bestaat het Bestuur zodoende uit 29 (inclusief VOO 33) personen.

Het Dagelijks Bestuur van de N.O.S., Raad van Beheer geheten, bestaat uit 7 leden door het Bestuur gekozen uit zijn midden d.w.z. 3 leden van de omroeporganisaties en 3 Kroonleden waarvan 1 uit de Culturele Organisaties, waarbij de voorzitter van het Bestuur tevens voorzitter is van de Raad van Beheer.
De adspirant-omroepen, de kleine zendgemachtigden als Teleac, IKON, Politieke Partijen zijn niet rechtstreeks vertegenwoordigd in de N.O.S. maar vallen wel onder het geheel aan dienstverlening vanuit de N.O.S.
De programma-autonomie van de omroepverenigingen is volledig gewaarborgd in de Omroepwet; de programmastructuur van de N.O.S. is wettelijk geregeld maar de programmatische invulling is voorbehouden aan de goedkeuring van het N.O.S.-bestuur.

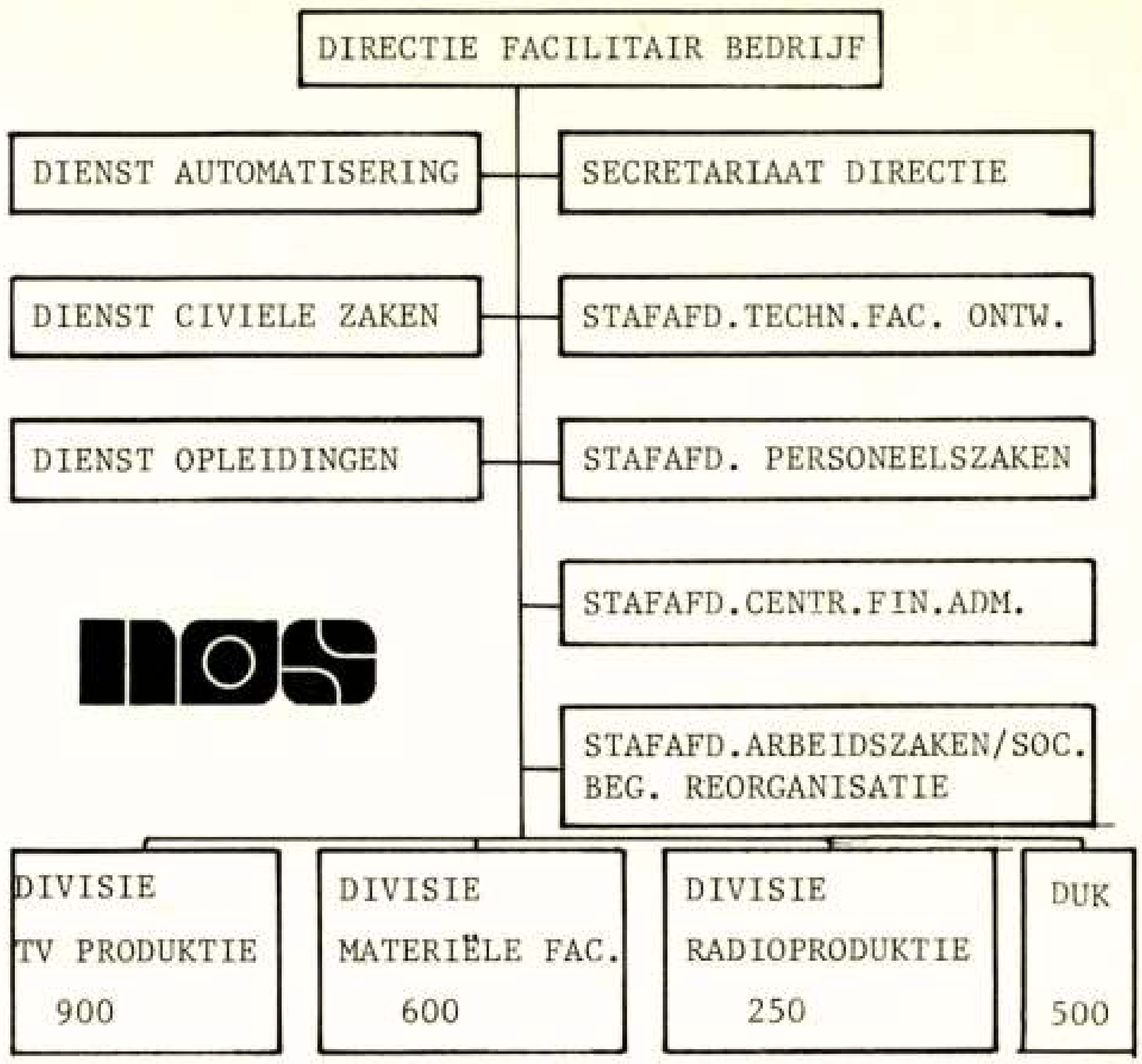
De wettelijke taken van de N.O.S. die onder verantwoordelijkheid van het Bestuur en de Raad van Beheer vallen bestaan uit:

- Facilitaire dienstverlening ten behoeve van radio- en televisieprogramma's voor alle zendgemachtigden d.w.z. omroeporganisaties, Teleac enz. Politieke Partijen en de N.O.S. als zendgemachtigde.
- Programmabeleid van de N.O.S.-radio
  N.O.S.-televisie
  en de N.O.S.-regionale omroepen
- Coördinatie: Programma's van alle zendgemachtigden
  Arbeidsvoorwaarden binnenlandse omroep.
  Begrotingen N.O.S. en omroeporganisaties
  Lange termijn omroepbeleid.

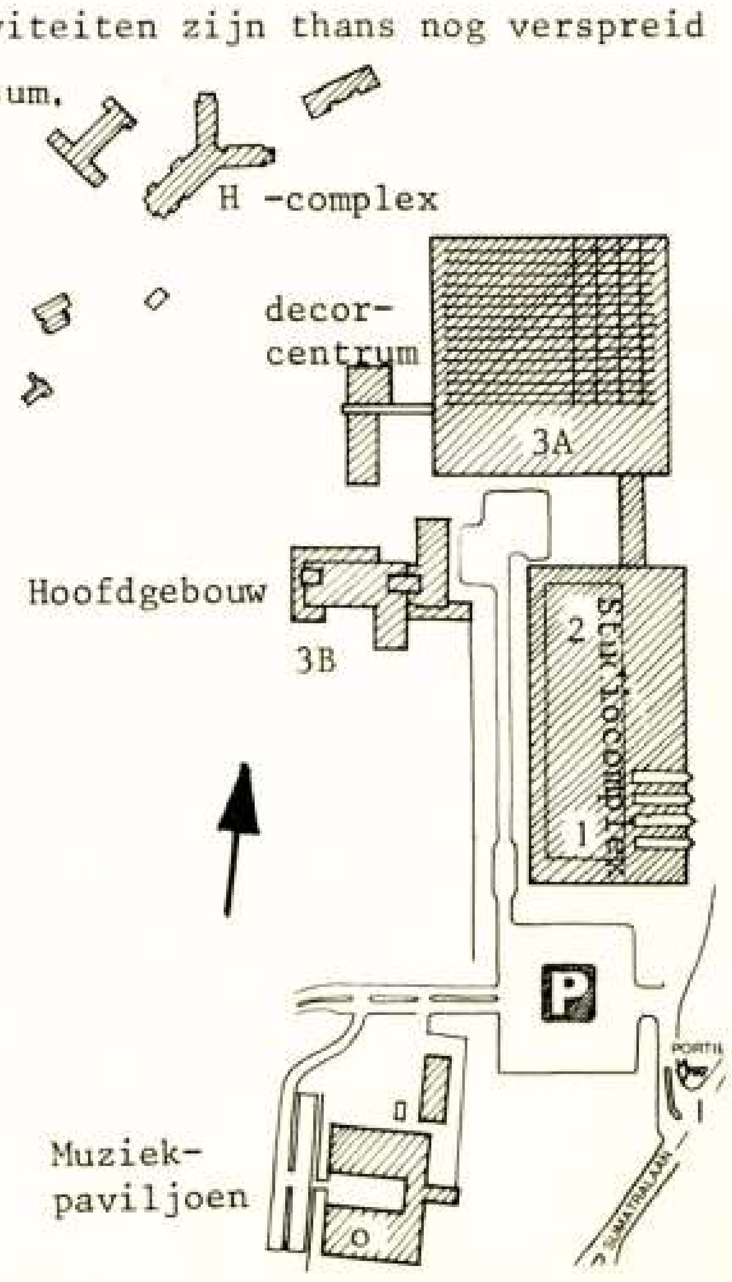
Uitgedrukt in een schema ziet de N.O.S. er als volgt uit:



In het kader van deze NERG-dag concentreert zich de aandacht op het uitvoerende Facilitair Bedrijf en wel met name op de materiële en operationele activiteiten als aangegeven in bijgaande figuur te weten



Deze activiteiten zijn direct gericht op de planning, voorbereiding, produktie en uitzending van ca. 90 uur televisie per week en 450 uur radio per week. Voorts is de oprichting, instandhouding van omroepstudio's en N.O.S.-gebouwen met alle installaties in Hilversum en daarbuiten (studio Den Haag, Binnenhof, regio's), aan de Divisie Materiële Faciliteiten opgedragen.
Voor wat betreft de nieuwbouw betekent dit de coördinatie van alle gegevens, die voor de detaillering van het programma van eisen nodig zijn.
Daarbij vroeg de oprichting van dit Hoofdgebouw, dat voornamelijk bijdraagt tot het opheffen van de ernstigste dislokaties, slechts een bescheiden inbreng van de N.O.S. vergeleken met de verdere bouw die onlangs is aangevangen, mede ter vervanging van het in 1971 verbrande VITUS-gebouw, namelijk het centrale TV-weergave en presentatiecentrum met journaalstudio's en het Filmcentrum.
Al deze genoemde activiteiten zijn thans nog verspreid over Hilversum en Bussum.



Op de plattegrond van het Omroepkwartier ziet U behalve het Hoofdgebouw waar U zich bevindt:

- Het Muziekpaviljoen waarin zijn opgenomen de muziekbibliotheek, de fonotheek en een aantal produktieruimten voor radioprodukties voor die zendgemachtigden die niet beschikken over N.O.S.-faciliteiten in eigen gebouw, zoals TROS, EO, VOO en NOS.
- De TV-studio's 1 t/m 6 met bijbehorende decor-vóórbouwhallen en kantoren.
- Het decorcentrum waar de volledige decorproduktie voor eigen studio's en op lokatie kan plaatsvinden met werkplaatsen alsmede magazijnen voor rekwisieten e.d.
- In aanbouw zijn thans het Filmcentrum voor filmmontage, vertaling en ondertiteling alsmede het schakelpresentatie- en weergeefcentrum voor 3 televisienetten.
  De netto-vloeroppervlakte van deze nieuwbouw is ca. 25.000 m^2. Het Hoofdgebouw ter vergelijking omvat 10.000 m^2 netto vloeroppervlak.

Zowel hier als in het buitenland vindt de omroep zichzelf een bedrijf dat met geen ander is te vergelijken, zodat bedrijfsmatige criteria niet kunnen worden gehanteerd.
Naarmate er een stabilisatie in de groei gaat optreden wordt er naastig gestreefd om het programma-produktieproces op bedrijfsmatige wijze te beheersen.
Aan de dienstverlening van de N.O.S. zijn echter een aantal aspecten verbonden, die niet kunnen worden weggecijferd, wanneer een doelmatige inzet van mensen en materiaal wordt nagestreefd. Deze zijn globaal de volgende:

Speciale aspecten van de N.O.S.-dienstverlening:

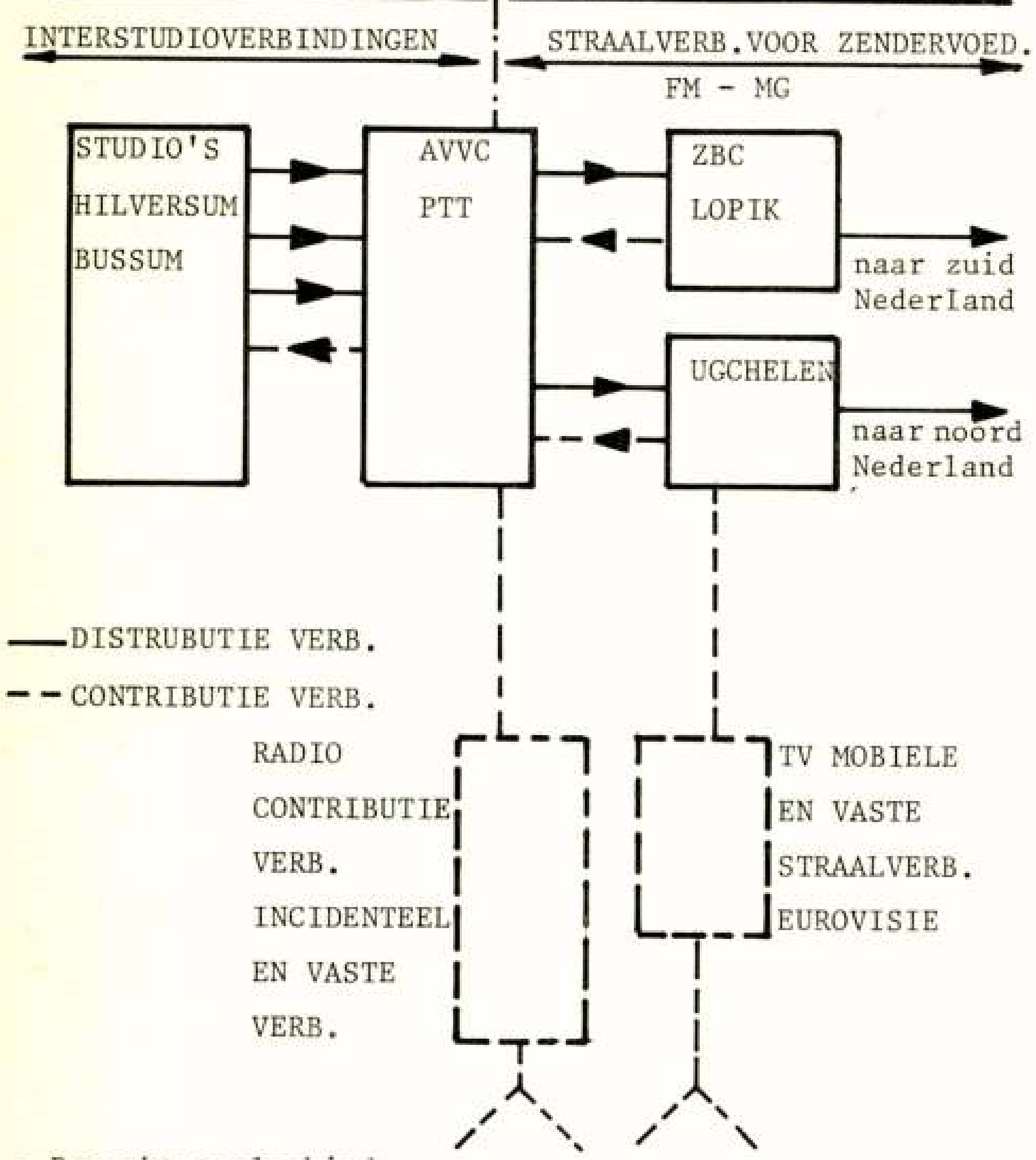
- <u>de aard van het produkt</u>, de TV-en radioproduktie als weggooi-artikel.
  In het algemeen zijn programma's voor Radio en Televisie vaak na maanden voorbereiding ten koste van de inzet van veel artiesten, technici, studio's en bijkomende kosten meteen na de uitzending volledig uit het gezichtveld verdwenen. Het repertoire is ook daarmee meestal meteen opgebruikt, versleten en dus niet voor herhaling vatbaar. Dit heeft een begrijpelijke weerslag op de instelling van de medewerkers.
- <u>De werksituatie van de medewerkers</u>:
  Voorbeelden: Wat men op het beeldscherm ziet is niet een weergave van wat werkelijk gezien kan worden. In de opnamestudio bevinden zich tal van voorwerpen die zorgvuldig buiten het op te nemen beeld blijven.

  De kunstzinnig gemaakte marmeren zuilen zijn in werkelijkheid van hout, bordpapier en plastic en moeten na gebruik zo snel mogelijk worden vernietigd.

  De medewerkers van de N.O.S. hebben uit hoofde van hun functie contacten met bekende artiesten, politici, staatslieden en alles is erop gericht om de uitzending tot welslagen te brengen. Maar deze werksituatie staat ver af van de werkelijkheid,waarin men na einde werktijd in"terugvalt".
  De dirigent komt in de controle-kamer van de studio zijn opname terugluisteren en beïnvloedt kunstmatig achteraf datgene, wat hij als eindprodukt optimaal acht, afwijkend van het beeld dat hij heeft waargenomen tijdens de repetitie en opname.
- <u>Politieke invloedsfactoren</u>
  De toelating van zendgemachtigden vergt toename aan faciliteiten ook al wordt de zendtijd niet uitgebreid. Het aantal programmamakers neemt toe wat de vraag naar dienstverlening bepaald.

  Uitbreiding van zendtijd wordt als regel op politieke gronden beslist en op een zodanig tijdstip dat normaliter de tijd ontbreekt om de dienstverlening daaraan aan te passen.
- <u>Historische groei - identiteit - competitie</u>
  Door de onderlinge concurrentie is er een sterke onevenwichtigheid in de vraag naar soorten dienstverlening. Bij calamiteiten en politieke onrust e.d. is de druk op dienstverlening in de reportage-sector het grootst. Men wil vooroplopen met de berichtgeving.
- <u>Taalverdeling N.O.S. - P.T.T. - NOZEMA N.V.</u>
  De P.T.T., het Directoraat Radiozaken, coördineert alle dienstverlening van de P.T.T. aan de omroep. Deze dienstverlening bestaat uit:
  - levering van vaste en incidentele contributieverbindingen voor radio en televisiereportages aan de studio;
  - levering van alle distributie-verbindingen van de studio's naar de zenders.
    Deze werkzaamheden worden geleid vanuit het AVVC-het Audio Video Verbindings Centrum,waarvandaan ook de mobiele straalverbindingsapparatuur wordt gedirigeerd t.b.v. TV-reportages.
  - de NOZEMA N.V., de Nederlandse Omroep Zender Maatschappij, een stichting van P.T.T. en N.O.S., beheert de zenders en besteedt deze werkzaamheden uit aan de P.T.T. Centrale Post voor bediening en bewaking is het ZBC (Zender Bedrijfscentrum in Lopik). (zie figuur hieronder)
  - De frequentieplanning en de behoeftebepaling aan kanalen t.b.v. zendernetten geschiedt in overleg met C.R.M. en N.O.S.

OVERZICHT VERBINDINGEN RADIO & TV



- Beperkt taalgebied
  Het ondertitelen na vertaling van gekochte filmprodukties en buitenlandse reportages is voor landen met een beperkt taalgebied als het onze wezenlijk noodzakelijk en goedkoper dan het nasynchroniseren in de eigen taal.
  Dit in tegenstelling tot de praktijk in Engeland, Frankrijk en Duitsland.

- Het pousseren van vreemde produkties - het zg. platenpluggen - en het hanteren van reclameborden op speelvelden of daarnaast veelal gecombineerd met het aanzetten van omroepmedewerkers om reclame van borden of shirts op gezetten tijden "in beeld" te brengen is een ontkrachting van de doelstellingen van een niet-commerciële omroep en is een binnensluipende ondergraving van de mentaliteit.

OVERZICHT PRODUCTIE STUDIO'S RADIO

	OPNAMESTUDIO'S	REGISTRATIERUIMTEN	EINDPRESENTATIE
AVRO	6	6	2
KRO NA RENOVATIE	4	3	1
NCRV	4	3	1
VARA	5	5	1
MUZIEKPRV. (EXL. ANP)	–	6	3
VPRO	1	1	–
SANTBERGEN	–	1	–
BINNENHOF + NOORDEINDE	–	4	–
REGIO'S 47A (FR.GR/DR.OV/GLD.L)	–	6	
REGIO'S 47B (STAD, SROB)	–	4	2
CONCERTGEBOUW	1	–	–

REPORTAGE RADIO

PRODUKTIE MUZIEK (GROOT) – 3x40 MIKROFOON KANALEN 3x32 MIKROFOON KANALEN

PRODUKTIE ACTUALITEITEN + MUZIEK (KLEIN) —— 10x12 MIKROFOON KANALEN

DIVERSE VERBINDINGSWAGENS VOOR HF-VERBINDINGEN EN VOOR EVENEMENTEN

PORTABLE REPORTERSETS

REGIO'S 47B 2 MINI REPORTAGE WAGENS

STUDIO'S TELEVISIE

STUDIO 1 EN 2 MET 1000 m^2 SPEELVLOER. THANS TIJDELIJK IN GEBRUIK ALS EINDPRESENTATIE NED.1 RESP. NED. 2

STUDIO 3 t/m 6 MET 650 m^2 SPEELVLOER. THANS TIJDELIJK IN GEBRUIK VOOR JOURNAAL EN ACTUALITEITEN

CENTRALE SCHAKEL-EN EUROVISIE-CENTRALE TIJDELIJK IN STUDIOCOMPLEX

WEERGAVE, MONTAGE EN REGISTRATIE VERSPREID OVER HILVERSUM EN BUSSUM

IN NIEUWBOUW 4A/B GEPROJECTEERD: EINDPRESENTATIE, WEERGAVE, MONTAGE FILM EN BEELDBAND, JOURNAAL- EN ACTUALITEITENSTUDIO'S

TIJDELIJK NOG IN GEBRUIK STUDIO'S CONCORDIA EN "B" IN BUSSUM

STUDIO DEN HAAG

TV-DRIVE-IN FACILITEITEN IN REGIONALE STUDIO GRONINGEN EN MAASTRICHT GEPROJECTEERD

TELEVISIE REPORTAGE

4X4-CAMERA-"TREINEN" RESP. MET 24, 30, EN 40 MIKR. KANALEN

1X3-CAMERA-WAGEN MET 8 MIKROFOONKANALEN

2X2-CAMERA-WAGENS MET 8 MIKROFOONKANALEN

2X1-CAMERA-WAGEN ZWART-WIT t.b.v. SPORT MET 4 MIKR. KANALEN

4X1-CAMERA-WAGEN KLEUR MET 8 MIKROFOONKANALEN

3X1-CAMERA-ENG WAGENS, KLEUR

1 EXPERIMENTELE MOBIELE CAMERA-EENHEID.

DIVERSE MATERIAALWAGENS t.b.u. o.a. BELICHTING

Overzicht produktiemiddelen radio- en televisiestudio's en reportage-eenheden. Stand per september 1979.
De 4 figuren hierboven geven een globale indicatie van datgene wat thans beschikbaar is om de ca. 50% eigenproduktie voor radio en televisie te realiseren.

Recente ontwikkeling in het gebruik van produktiemiddelen

Voor de actualiteiten TV wordt in toenemende mate gegebruik gemaakt van ENG apparatuur.
Deze Electronische Nieuwsgaring, waarmede zonder tussenkomt van het filmopname en het filmontwikkelproces direct vanaf de plaats van het gebeuren uitzendingen kunnen worden verzorgd geschiedt met lichte draagbare camera's en een mini formaat reportagewagens. Deze kunnen worden aangesloten aan zg. kabelinprikpunten. Daaraan zal in de komende jaren uitbreiding worden gegeven met behulp van HF-verbindingen vanaf een mobiele eenheid naar een aantal vaste hoog opgestelde antennes met ontvangers, die verbonden zijn met de studio's en van daaruit bediend kunnen worden.
Een en ander draagt aanzienlijk bij tot de actualiteit van het medium televisie.
Het gebruik van directe en indirecte HF-verbindingen via een vliegend relais geldt met name ook voor sport evenementen zoals wielerwedstrijden, autoraces e.d.

Bij opname op lokatie is er ook voor andere produkties dan die in de actualiteiten-sfeer behoefte aan directe produktie in video om terstond ter plekke een oordeel te kunnen bepalen over het geproduceerde.
Dit kan door middel van registratie op mobiele professionale videorecorders.
In de sfeer van de eigen-produkties is enerzijds door de maatschappelijke ontwikkelingen de neiging van het publiek om aan grote produkties te participeren in eigen studio's verminderd. Weliswaar zijn er momenten van opleving, maar mede door de gestegen mobiliteit van de apparatuur en de betrouwbaarheid, is er een onmiskenbare trend om overal in den lande in theaters en concertzalen zowel live-produkties als opnamen te maken voor een latere uitzending.
Ook de technische operationele mogelijkheden vergen in een aantal gevallen niet de op schaal uitgevoerde decors; door trucages en beeldmenging en speciale geluideffecten, is de werkplaats voor het programma deels verplaatst naar de regieruimten.
Aan de studio's stelt men geen hoge acoustische eisen voor nagalm want men kan aan een "droge studio" altijd d.m.v. zaalversterkers de benodigde galm toevoegen.

Voor de MG- en FM-stereo-uitzendingen zijn recent gescheiden systemen in gebruik genomen voor de signaalbehandeling waarmee zonder de frequentie karakteristiek beduidend aan te tasten, de modulatie-diepte aanzienlijk is verbeterd.
Voor FM-stereo worden op door de omroepbladen aangekondigde tijdstippen stereo-toetsuitzendingen gedaan, waardoor zowel het zendernet als de ontvangers kunnen worden beoordeeld op kwaliteit.
Toekomstige ontwikkelingen die verwacht mogen worden, houden verband met de invoering van Teletext voor ondertiteling en aanvullende programma-gebonden informatie, weerberichten, actualiteiten enz.
Daarvan is een ruime demonstratie gegeven op de in augustus gehouden Firato 1978.
Verwacht mag worden dat een proefbedrijf in 1979 van start zal gaan met een beperkt aantal bladzijden en met behulp van een beperkt aantal decoders.

Een andere ontwikkeling die van grote betekenis kan zijn voor de radio-luisteraar is de zgn. "Selective Programme Identification" waarmee diverse gegevens gelijktijdig met het programma kunnen worden meegestuurd en numeriek weergegeven.
Deze informatie kan de programmabron, de ontvangzender, de programmacategorie en nog andere gegevens aangeven. Bij toepassing zou de veelal onleesbare stationsschaal op den duur kunnen worden vervangen.
Wat studiotechniek aangaat is nog van belang te vermelden: de automatische programma-continuïteit via een procesbesturing, de automatische bronkeuze, de tijdcodering in de filmtechniek, enz.
De mogelijkheid voor programma-uitwisseling via satellieten als alternatieven voor aardse netten, roepen thans een wat ongeordend beeld op om daarover op korte termijn duidelijke verwachtingen te kunnen uitspreken.

Ik hoop en verwacht dat wat U zult horen van de inleiders Uw inzicht mag verruimen voor wat heden en toekomst van de omroep betreft.

- o - o - o - o - o

Voordracht gehouden op 13 september 1978 bij de NOS te Hilversum, tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG (nr. 273), IEEE Benelux sectie en de Sectie voor Telecommunicatietechniek KIvI.

NEDERLANDS ELEKTRONICA- EN RADIOGENOOTSCHAP
(278ste werkvergadering)
SECTIE TELECOMMUNICATIETECHNIEK, KIVI

UITNODIGING

voor de lezingendag op **dinsdag 6 maart 1979** in het **Jaarbeurscongrescentrum, Croeselaan 8** te **Utrecht.**

Onderwerp: OFFICE COMMUNICATION.

PROGRAMMA

10.00 uur: Ontvangst en koffie.

10.15 uur: **PROF. J. M. VAN OORSCHOT** (KMC-PTT, Den Haag):
INLEIDING.

10.45 uur: **A. J. RENSEN** (Unilever, Rotterdam):
GEBRUIKERSWENSEN T.A.V. OFFICE COMMUNICATION.

11.25 uur: Koffiepauze.

11.45 uur: **IR. P. M. VAN DEN AVOORT** (Philips Natuurkundig Lab., Geldrop):
WISSELWERKING TECHNOLOGIE-GEBRUIKER.

12.30 uur: Lunchpauze.

14.00 uur: **IR. JELLE KOK** (Siemens Nederland N.V., Den Haag):
TELETEX EN TELEFAX.

14.40 uur: Theepauze.

15.00 uur: **PROF. DR. H. BOUMA** (Instituut voor Perceptie-Onderzoek, Eindhoven):
HET ALGEMENE INTERACTIEVE GEBRUIK VAN BEELDSCHERMEN.

15.40 uur: **H. L. KRISTEN** (IBM Deutschland Gmbh, Stuttgart):
DAS BUERO DER ZUKUNFT - EIN LAUFENDER ORGANISATORISCHER WANDEL.

16.10 uur: Discussie en sluiting.

Bijzonderheden.

Aanmelding dient te geschieden voor 1 maart 1979 door inzending van aangehechte kaart ingevuld en gefrankeerd met een postzegel van 40 cent.
Het is mogelijk deel te nemen aan een gemeenschappelijke broodmaaltijd. Aanmelding hiervoor dient plaats te vinden door de kosten ad *f* 14,50 vóór 24 februari a.s. over te maken op postrekening 576595 t.n.v. de penningmeester van de Sectie Telecommunicatie te Den Haag.
Voorts bestaan mogelijkheden tot het lunchen op eigen gelegenheid in het zelfbedieningsrestaurant van het Jaarbeurscongrescentrum, dan wel in het winkelcentrum „Hoog Catharijne" (5 min. lopen).
De kosten van koffie en thee dienen ter plaatse te worden voldaan.

Namens de samenwerkende verenigingen,
IR. JELLE KOK,
Telefoon (070-782656).

Den Haag, februari 1979.

BEHEER OP AFSTAND VAN TELEFOONCENTRALES

Auteur: ir. W. van Eijk
hoofd Centrale Afdeling Telefonie PTT

INLEIDING

In telecommunicatiekringen wordt vaak beweerd, met een zekere zelfbewondering, dat het wereld-telefoonnet de grootste machine is ooit gebouwd. Maar daaraan is dan ook 100 jaar getimmerd, geschroefd, gesoldeerd, gewrapped en gesloopt!

Dit beeld lijkt me echter onjuist. Ik zou het telefoonnet liever vergelijken met een levend organisme, bestaande uit machines, mensen en organisatie, onlosmakelijk verweven en tot op zekere hoogte onderling substitueerbaar. Levend, dus het groeit en veranderd, het past zich aan aan externe veranderingen en uitdagingen.

Het organisme heeft bijvoorbeeld gereageerd op de uitdagingen van groei en technologische veranderingen door de telefoniste, juffrouw Annie, grotendeels weg te automatiseren. Dit was een goed antwoord, want alleen al in Nederland enige legerkorpsen juffrouwen Annie zou een onmogelijkheid zijn en het telefoonnet was dan, zoals de Brontosaurus en andere diersoorten, ôf uitgestorven, ôf veroordeeld tot een beschut dierentuinleven.

In de 60'er jaren kwam een nieuwe uitdaging, de Stored Program Control (SPC) centrale, als gevolg van elektronische en informatica-ontwikkelingen, met nieuwe mogelijkheden voor gebruiker en beherend telefoonbedrijf.

Een foutief antwoord zou zijn dit type centrale alleen als een betere en goedkopere schakelmachine te zien. Dit zou overeenkomen met te reageren op de uitvinding van de bezine-motor door het paard uit te spannen, een benzinemotor onder de bok te monteren en het geheel een auto te noemen.

Willen we echter goed en adequaat reageren, dan moeten we onze bestaande werkwijzen, denkpatronen en gedachtengroeven ter discussie stellen.

Het beheer van elektro-mechanische telefooncentrales (onderhoud , doch ook handelingen als nummerwijziging, telleropname, op informatietoon zetten, etc.) wordt ter plaatse uitgevoerd, hetzij endogeen, hetzij in opdracht van andere, vaak administratieve, instanties. Dit is, vooral bij onbewaakte centrales een kostbare en tijdrovende zaak.

Bij SPC-centrales kan dit beheer grotendeels op afstand vanuit een beheerscentrum geschieden via datalijnen. De processen kunnen daarbij worden geoptimaliseerd door in het beheerscentrum de datalijnen van vele centrales, tezamen met de bedieningsorganen, op een beheerscomputer aan te sluiten. Dit is dus een centralisering.

Anderzijds werkt dit ook decentraliserend doordat exploitatieve- en administratieve afdelingen rechtstreeks, dus zonder tussenkomst van technici, via de beheerscomputer met de telefooncentrales kunnen communiceren. Hierdoor worden tijd en kostbare manuren gespaard.

Teneinde de nieuwe organisatie optimaal te verwezenlijken, werd een projektorganisatie gesticht, waarin schakeltechnici van het Dr. Neher Laboratorium en van de Hoofddirectie Telecommunicatie tezamen met deskundigen op personeels- en administratief automatiseringsgebied en van de uitvoerende diensten samenwerken.

Het eerste resultaat is het systeem voor beheer op afstand PMT 100, dat hier in Utrecht in bedrijf is.

Intussen staat echter de technologische ontwikkeling niet stil. Landelijk zal het systeem PMT 200, waarin de nieuwste ontwikkelingen zijn geïncorporeerd, worden ingevoerd, te beginnen in de eerste helf van 1979 en dat in 1981 zijn beslag zal hebben gekregen.

Ik heb geen enkele illusie dat, gezien de dynamiek van deze tijd, dit de definitieve uitvoering zal zijn, doch meer een momentopname van een voortdurende ontwikkeling.

Niet alleen in de diepte, doch ook in de breedte zal de toepassing zich uitbreiden.

Reeds is besloten ook de alarmen van de elektro-mechanische telefooncentrales en mogelijk ook van de transmissie-apparatuur over het systeem te laten lopen.

Verwacht mag worden, dat in een verdere toekomst diverse elektro-mechanische telefoonsystemen updating zullen ondergaan, niet in het minst omdat ze hiermee door aansluiting op het PMT-systeem meer geschikt zullen zijn voor beheer op afstand.

Bovendien is bewust de weg open gelaten voor elec-

trische koppeling van het systeem voor beheer op afstand met het in opbouw zijnde systeem voor administratieve automatisering ITCIS (Integraal Telefoon Clienten Informatie Systeem).
Het ITCIS-systeem bevat alle gegevens van- en kan ze opleveren voor:
- telefoongidsen
- informatiedienst 008
- rekeningen en incasso
- gegevens en bezetting van het kabelnet tussen centrale en abonnees
- vraag- en produktieprogramma's.

Ook wordt bestudeerd in hoeverre BOA een rol kan spelen bij Network Management in wijdere zin, nl. het bewaken en sturen van verkeersstromen onder wisselende omstandigheden van overbelasting en storingen.

Tenslotte wil ik nog kort ingaan op de maatschappelijke relevantie. Ik heb gesproken over een levend organisme van machines, organisatie en mensen. Hierbij mogen de mensen niet het sluitstuk zijn.

Ik raak hier aan een probleem waarmee u, mogelijk in uw werk, maar zeker voortdurend via de nieuwsmedia geconfronteerd wordt, nl. de technologische werkloosheid nu en in de toekomst, gezien de komst van de informatie-maatschappij. Op zichzelf kan PTT niet de hoeder van de landelijke werkgelegenheid zijn.
Werkgelegenheidsbeleid is øverheidsbeleid. Dit beleid is gericht op een situatie waarbij een grote produktiviteitsontwikkeling in delen van de industrie- en dienstensector het bestaan van sectoren met een geringe produktiviteitsontwikkeling (o.a. de zogenaamde quartaire sector) financieel mogelijk maakt.
In dit kader past voor PTT enerzijds een zo efficient mogelijke bedrijfsvoering, anderzijds o.a. op telecommunicatiegebied invoering van nieuwe diensten en faciliteiten die zinvol en maatschappelijk nuttig zijn, mede als rechtstreekse bijdrage tot de werkgelegenheid. Voor beide strevingen is het onderwerp van vandaag, nl. beheer op afstand, een nuttige, mogelijk zelfs noodzakelijke, voorwaarde.
Los hiervan stel ik er echter prijs op te verklaren dat PTT zich nu reeds ten volle verantwoordelijk voelt voor de bij haar in dienst zijnde mensen. Van de ruim 26.000 man bij PTT werkzaam in de telecommunicatie zijn er een kleine 3.000 rechtstreeks betrokken bij het beheer van de openbare telefooncentrales; verreweg de meesten hiervan in de traditionele elektromechanische centrales, die echter praktisch niet meer worden aangeschaft en waarvan het bestand later langzaam achteruit zal lopen.
Hun werkgelegenheid is door deze geleidelijkheid op zichzelf geen probleem.
Wel is een probleem een carrièreperspectief en het gevoel niet meer bij het nieuwe, dat de toekomst heeft, betrokken te zijn.
Daarom zullen we de technische, en organisatorische vormgeving er op richten hen zoveel mogelijk en zo diep mogelijk bij het beheer van de SPC-centrales te betrekken.
We bereiken dan twee voordelen:
a. het is humaan
b. het is goed voor PTT en zijn gebruikers, aangezien deze er ten zeerste bij gebaat zijn dat ons werk door gemotiveerde mensen wordt verricht.

Dus hoe het organisme zich verder ontwikkkelt, we zullen streven naar een optimaal evenwicht tussen het technische, het financieel/economische en het personeel/sociale.

Voordracht gehouden op 24 oktober 1978 in het PTT vergadercentrum te Utrecht, tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERH (nr. 274), de sectie voor Telecommunicatietechniek KIvI, en het Genootschap van Ingenieurs der PTT.

Technische mogelijkheden voor Beheer Op Afstand

Auteur: Ing. D. v.d. Nieuwegiessen
Dr. Neher Laboratorium der PTT

In het algemeen geldt voor technische mogelijkheden de regel dat deze pas dan ontwikkeld worden en in de praktijk toegepast als er een behoefte aan bestaat en er tevens een vraag naar is. Dit laatste houdt in dat de mogelijkheden geboden moeten kunnen worden tegen een prijs, die economisch acceptabel en aantrekkelijk is. Vanzelfsprekend geldt deze algemene regel ook voor de technische mogelijkheden voor Beheer Op Afstand van telecommunicatie-apparatuur.

Voor Beheer Op Afstand worden de mogelijkheden mede bepaald door de mogelijkheden die de telecommunicatie-apparatuur hiervoor reeds heeft, of door toevoegingen hiervoor kan krijgen.
De apparatuur in een telefoonnet bestaat uit telefoontransmissiemiddelen en telefoonschakelapparatuur (centrales). Deze apparatuur is vrij kostbaar en wordt daarom, behalve uit betrouwbaarheidsoverwegingen zo ontworpen en gefabriceerd dat ze tientallen jaren dienst kan doen om de investeringskosten over een lange periode te kunnen verdelen. Dit brengt met zich mede dat er in de telefoonnetten, die meestal reeds bijna een eeuw bestaan, van dezelfde soort apparatuur meerdere generaties in gebruik zijn. Deze generaties apparatuur hebben elk hun eigen eigenschappen en mogelijkheden. Een eis die aan een systeem voor Beheer Op Afstand moet worden gesteld is daarom dat in beginsel al deze apparatuur zou moeten kunnen worden aangesloten als daaraan behoefte is. Het systeem moet dus flexibel zijn.
De eerste behoefte aan mogelijkheden voor Beheer Op Afstand liggen op het gebied van de bewaking. De apparatuur van het telefoonnet moet een ononderbroken dienstverlening aan de gebruikers bieden, daartoe moeten fouten in de apparatuur, waardoor dienstverlening gevaar loopt of reeds niet meer verleend kan worden, zo snel mogelijk aan het onderhoudspersoneel worden gesignaleerd, opdat dit de storing kan opheffen. Zowel de schakel- als de transmissie-apparatuur is met dit doel van oudsher voorzien van alarmlampenpanelen, waardoor het personeel ter plaatse, na meestal gewaarschuwd te zijn door een belsignaal, kan zien wat er aan de hand is.

Vaak is er echter geen personeel ter plaatse aanwezig omdat veel objecten in beginsel onbewaakt zijn en omdat de bewaakte objecten buiten de kantooruren alle in feite ook onbewaakt zijn, namelijk in minder dan een vierde van de totale tijd is er personeel aanwezig.

In de bestaande netten wordt voor de bewaking van onbewaakde objecten gebruik gemaakt van een eenvoudig alarmsignaleringssysteem, waarbij van elk onbewaakt object, meestal twee alarmsignalen, n.l. één groot en één klein alarm van het alarmpaneel ter plaatse wordt afgeleid eñ via een gelijkstroom doorgezonden naar een regionaal bewaakt centrum.
Groot alarm betekent: "direct ingrijpen noodzakelijk", klein alarm geeft aan dat een ingreep niet dadelijk nodig is, maar uitgesteld kan worden tot b.v. iemand om een andere reden al ter plaatse moet zijn.

Buiten de kantooruren wordt van elk regionaal centrum een eventueel daar optredend groot alarmsituatie als een verzamel alarm naar het districtscentrum doorgesignaleerd. Hier bewaakt de dienstdoende nachttelefonist het paneel met de verzamelde alarmen en waarschuwt bij een groot alarm de waakdienstman voor de betreffende regio. Dit op deze wijze overbrengen en bewaken van alarmen geschiedt zowel voor de transmissie-apparatuur als voor de alarmen van telefooncentrales.

De waakdienstman voor de telefooncentrales in een sektor kan door het bellen van de z.g. plaatsaanduider in een knooppunt door een tooncode geïnformeerd worden in welke centrale een groot alarmsituatie heerst.
Daarna kan hij door het bellen van de storingsmelder in de betreffende centrale eveneens in een tooncode informatie krijgen over de alarmen die in deze centrale staan.

Dit eenvoudige alarmsingaleringssysteem, dat overigens al heel lang goed funktioneert, kleeft het bezwaar, dat de alarmsituatie te weinig gedetailleerd wordt doorgegeven en dat het verloop van de alarmtoestand niet wordt vastgelegd.
Door het ontbreken van een voldoend gedetailleerd

continu alarmrapport is er geen mogelijkheid het verloop van de alarmsituatie te analyseren en eventueel correlaties te ontdekken. Verder zou een continu alarmrapport informatie kunnen geven over de kwaliteit van het net en het effect van de storingsopheffing.

Het is technisch heel goed mogelijk hiervoor een systeem te maken. In de jaren 1966/1967 is in het telefoondistrict Arnhem een bedrijfsproef gehouden met het door PTT ontwikkelde alarmbewakingssysteem ARGOS. Het systeem tastte door middel van alarmaftasters in de regionale centra (knooppuntcentrales en versterkerstations), op een commando van een centrale besturingseenheid periodiek de alarmlampen af. Elk alarmlamp was in het systeem gekenmerkt door een alarm codenummer.
De nummers van de staande alarmen werden door de aftasters naar de centrale besturing gezonden, waarbij deze opgave vergeleken werd met het bestand in het geheugen. Elke verandering werd via een verreschrijver in chronologische volgorde gemeld, waarbij het tijdstip, de aard van de verandering en het alarmcodenummer werd uitgetypt. Tevens werd hiervan een papierponsband gemaakt. Dagelijks werd van de ponsband door middel van een analyse-apparaatje een deelrapport gemaakt voor de verschillende categorieën alarmen voor de lijnorganisaties en voor analyse naar de betreffende chefs gezonden.

Hoewel het systeem volgens de verwachtingen werkte is het nooit ingevoerd, omdat de verbetering van de dienstverlening ten opzichte van het bestaande systeem niet zodanig was, dat dit de investering rechtvaardigde. Bovendien was de organisatie niet ingesteld op het gebruik van het systeem. Er was wel een zekere behoefte maar geen echte vraag.
Eenzelfde probleem van het wel aanwezig zijn van een bepaalde behoefte maar nauwelijk of geen vraag doet zich voor ten aanzien van de overige technische mogelijkheden bij elektromechanische telefooncentrales om informatie ten behoeve van het beheer naar het districtscentrum over te brengen.

Een voorbeeld hiervan is de behoefte om periodiek de stand van de abonneegesprekkentellers in lokale centrales af te lezen en het resultaat in een machinaal leesbare vorm aan het verwerkingscentrum voor het maken van de telefoonnota's aan te bieden.

In de conventionele centrales worden de gesprekskosten per abonneelijn vastgelegd op een elektromechanische teller, waarvan de stand alleen visueel ter plaatse kan worden afgelezen.
In de huidige praktijk wordt in elke centrale 2 maandelijks de abonneegesprekkentellerramen, die elk een blok van 100 tellers bevatten, gefotografeerd. De films worden in het districtscentrum ontwikkeld en opgezonden naar een centrale ponskamer waar de informatie door ponstypistes op ponskaarten wordt overgebracht. Daarna kan pas machinale verwerking plaatsvinden. Dit lijkt een vrij omslachtige methode.

Het is betrekkelijk eenvoudig de elektromechanische gesprekkentellers in een centrale te vervangen door een elektronisch subsysteem waarbij de telpulsen voor een abonneelijn in een aan deze lijn toegewezen geheugenwoord worden vastgelegd. Dit geheugen is elektrisch uit te lezen en de hierbij verkregen informatie kan op papierponsband worden vastgelegd of via een eenvoudige dataverbinding naar het gewenste verwerkingscentrum worden getransporteerd. De besparing verkregen door het uitschakelen van de ponstypistes levert tot nu toe niet genoeg op om deze investering aantrekkelijk te maken.

Er zijn systemen ontwikkeld of voorgesteld om aan elektromechanische centrales elektronische subsystemen toe te voegen die niet alleen in de zojuist genoemde functie voorzagen, maar ook in staat waren, b.v. verkeersmeetgegevens, alarmen en resultaten van routine testinrichtingen naar een centrum over te brengen. Een handicap bij deze centrales is dat voor het op afstand ingrijpen in het functioneren van de centrales er vrijwel geen mogelijkheden zijn.

Steeds is hierbij het probleem geweest dat de kosten van een dergelijk systeem inclusief de hierbij noodzakelijke centrale opvang- en verwerkingsinrichting die voor presentatie en doorgifte van de informatie moet zorgen niet opwogen tegen de besparingen. Dit is niet zo verwonderlijk als men bedenkt dat in het Nederlandse telefoonnet voor het onderhoud van de moderne elektro-mechanische lokale centrales door het toepassen van correctief onderhoud slechts 1 onderhoudstechnicus per 10.000 abonneelijnen vereist is.

Een uitzondering hierop zijn subsystemen voor het verbeteren van verkeersmetingen door de mogelijkheid te bieden de meetresultaten op afstand uit te lezen en ze met behulp van een minicomputer te verwerken. De investerings- en exploitatiekosten worden hier royaal gecompenseerd doordat met de verbeterde

nauwkeurigheid van de verkeersmetingen men het net beter kan dimensioneren.

Computerbestuurde centrales zijn in tegenstelling tot elektro-magnetische centrales van nature veel beter geschikt voor beheer op afstand. Bij een dergelijke centrale wordt het verbindingsdeel, d.w.z. het spreekwegennet, de overdragers, de verbindingsorganen en de signaalzenders en -ontvangers bestuurd door een centraal computersysteem. Dit computersysteem beschikt over een geheugen waarin de programmatuur en de data is opgeslagen die nodig is om de actuele informatie uit het verbindingsdeel te verzamelen en te verwerken tot besturingscommando's aan de apparatuur in het verbindingsdeel.

De consequentie hiervan is, dat als men in de apparatuur van het verbindingsdeel wil ingrijpen door b.v. apparatuur uit dienst te nemen of in dienst te stellen, het computersysteem eerst hiervan op de hoogte gesteld moet worden door het wijzigen van de relevanta date in het geheugen. In vergelijking tot elektro-mechanische centrales is het wat paradoxaal dat men bij computerbestuurde centrales eigenlijk in deze gevallen meer handelingen moet verrichten.
Door de mogelijkheid data te wijzigen kunnen echter ook de ingrepen worden voorkomen, door het wijzigen van abonneekenmerken kan b.v. een abonneelijn op informatietoon worden gezet, in dienst worden gesteld of uit dienst worden genomen, door het uitvoeren van een transactie.
Deze wijzigingen van de data in het geheugen kunnen worden tot stand gebracht door het uitvoeren van z.g. operationele transacties met de centrale besturing via de mens-machine communicatie-apparatuur van de centrale. Gewoonlijk bestaat deze apparatuur uit een verreschrijver of beeldstation werkend met het ISO/CCITT alfabet no. 5. Dit zelfde orgaan wordt door de centrale gebruikt als uitvoerorgaan voor korte berichten zoals alarm en foutmeldingen, testresultaten e.d.

De in- en uitvoer van grotere hoeveelheden informatie vindt plaats via een papierponsbandlezer of -pons, een magneetband cartridge recorder of soortgelijke apparatuur. Deze aanzienlijk snellere in- en uitvoerorganen worden gebruikt voor het laden van programma's en data of het uitvoeren van abonneegesprekkentellerstanden, geheugendumps e.d.

Om geheugenruimte te sparen en de flexibiliteit van de computerbesturing te vergroten is meestal een deel van het geheugen gereserveerd voor programma's die tijdelijk in het systeem nodig zijn, zoals b.v. testprogramma's, foutlokalisatieprogramma's en verkeersmeetprogramma's.

Het is uiteraard mogelijk alle transacties en in- en uitvoer van programma's en data in de centrale zelf uit te voeren met de hiervoor aanwezige randapparatuur.
Bij deze centrales is echter een aantal faktoren er de oorzaak van dat het onderhoudspersoneel geconcentreerd wordt in een exploitatie- en onderhoudscentrum. Het relatief kleine aantal storingen in de nogal complexe systemen vraagt om een kleine groep met een hoogwaardige opleiding. Bovendien is het economisch aantrekkelijk slechts één depôt van vrij kostbaar reserve-materiaal, nodig voor het opheffen van storingen, aan te leggen.

Het ligt voor de hand, daar de mens-machine communicatie met de centrale via een verreschrijver verloopt, deze verreschrijver via een vaste verbinding op te stellen in het exploitatie- en onderhoudscentrum. Dit is een eenvoudige en goedkope oplossing voor beheer op afstand van computerbestuurde centrales, waarbij alle transacties met een centrale van het onderhouds- en exploitatie centrum uit kunnen worden uitgevoerd.
Dit eenvoudige beheer op afstand is voor het eerst toegepast door de AT & T in een Maintenance Control Centre voor ESS no. 1 centrales in Chicago in 1971/1972. In dit Maintenance Control Centre werd tevens via telemetrie het systeem control panel van elke centrale gedupliceerd in het MCC.

Ook de voor het beheer van de eerste PRX-centrales hier in Utrecht was de opstelling van een verreschrijver per centrale voor de mens-machine communicatie in het exploitatie- en onderhoudscentrum de 1e fase voor het beheer op afstand waaraan in 1975 begonnen werd.

Als het te beheren aantal centrales in het verzorgingsgebied van een EOC stijgt komt er een moment waarop dit eenvoudige beheer op afstand niet meer mogelijk is doordat het leidt tot een onwerkbare situatie. Stel dat men 20 centrales in het verzorgingsgebied heeft, dan betekent dit dat in het EOC 20 verreschrijvers staan opgesteld, die elk allerlei soorten berichten aan het papier toevertrouwen. Met deze papierwarwinkel is niet meer behoorlijk te werken.

De eerste telefoonadministratie die met dit probleem geconfronteerd werd was de AT & T, die reeds in 1965 begon met de introductie van

lokale computerbestuurde centrales van het type ESS no. 1.
Doordat in Nederland in 1971 de beslissing werd genomen op grote schaal PRX-centrales in het net te installeren en wel aanvankelijk geconcentreerd in de districten Utrecht en Amsterdam, ging men over het probleem nadenken en kwam men tot de conclusie dat omstreeks 1976-1977 eerst in Utrecht en later in Amsterdam de zojuist geschetste situatie zou beginnen op te treden als er geen beheer op afstand systeem zou worden ontwikkeld en toegepast.

Op het Internationale Switching Symposium 1974 te München werden een aantal systemen en gedachten gepresenteerd om aan dit probleem het hoofd te bieden. Zowel voor de Bell Labs van de AT & T en het Dr. Neher Laboratorium van PTT werden systemen gepresenteerd die berusten op het idee mens-machine communicatie kanalen naar de centrales te verbinden met een minicomputersysteem. Dit computersysteem zorgt er automatisch voor dat alle berichten en operationele transacties gestructureerd in het achtergrondsgeheugen worden vastgelegd.
De transacties met de telefooncentrales kunnen via beeldstations aangesloten op het beheerscomputersysteem worden uitgevoerd.
Het beheerssysteem kan allerlei nuttige hulpfuncties verrichten zoals het opvragen van berichten en transacties uit het bestand, het maken van overzichten van bepaalde berichten, het analyseren van alarmberichten en het bewaken van de storingsopheffing en het waarschuwen van het dienstdoende personeel zowel binnen als buiten de kantooruren.
In 1974 werd het eerste Automated Maintenance Control Centre met 12 aangesloten ESS no. 1 centrales van de AT & T operationeel. Het Nederlandse PMT-100 systeem werd als proefsysteem in Utrecht in april 1977 in dienst gesteld. Thans zijn op dit systeem 23 PRX centrales met een totale capaciteit van meer dan 150.000 abonneelijnen aangesloten.

De hier genoemde beheerssystemen vertonen naast punten van overeenkomst verschillen doordat de organisatie niet dezelfde eisen stelt, verschillend is georganiseerd en ook te beheren telefoonsystemen nogal verschillen. Bij het systeem van de AT & T lijkt de nadruk meer te liggen op het onderhoudsaspect. Hierdoor vindt men de het niet nodig de kritische delen zoals de computer uit oogpunt van de beschikbaarheidseis te verdubbelen. Het PMT-systeem van de Nederlandse PTT is bedoeld voor taken zowel op het gebied van het onderhoud, de bewaking als de exploitatie. De hoge beschikbaarheidseis maakte hier verdubbeling van de kritische delen noodzakelijk.

In het PMT-100 systeem is verder door middel van een middensnel datanet voorzien in een tegen mogelijk optredende fouten op de transmissieweg beschermde overdrachtsmogelijkheid van grote hoeveelheden informatie, zoals b.v. programma's, geheugendumps en abonneegesprekkentellerstanden tussen het PMT-computer systeem en de aangesloten PRX-centrales.

De eveneens op het Intenational Switching Symposium van 1974 gepresenteerde mogelijkheden van de "Bedienungsrechner" voor het Elektronische Fernsprech-Wählsysteem EWS, ontwikkeld voor de Deutsche Bundespost door de Duitse telecommunicatie-industrie, gaan uit van een veel ruimer taakpakket voor het beheerssysteem. Dit systeem neemt bepaalde taken van EWS-centrales over en heeft een veel ruimere taak ter ondersteuning van allerlei administratieve functies. De Bedienungsrechner bestaat daarom uit een volledig verdubbeld middelgroot computersysteem.

Uit de ervaring opgedaan door meer telefoonadministraties is het inmiddels duidelijk geworden dat als in een beheersgebied het aantal computerbestuurde centrales stijgt er spoedig een gebruik van een beheerssysteem noodzakelijk is om het beheer goed te kunnen uitvoeren.
Heeft men eenmaal een computerbestuurd beheerssysteem dan is het ook mogelijk met geringe extra kosten de beheerstaak afhankelijk van de mogelijkheden van het beheerssysteem en de centrales in het net, en de wensen van de organisatie uit te breiden. Voorbeelden zijn Networkmanagement, beheer van elektro-mechanische centrales. Een belangrijk punt is dat door de vrijheid in de keuze in de plaats van beeldstations die op het systeem aangesloten kunnen worden, de organisatie meer vrijheid krijgt het werk daar te laten uitvoeren waar het uit organisatorisch oogpunt het meest gewenst is.

Doordat voor deze beheerssystemen nu duidelijk een behoefte en een vraag is ontstaan is er op dit moment vrijwel geen fabrikant van computerbestuurde telefooncentrales die niet tenminste een globaal ontwerp voor een beheerssysteem in portefeuille heeft. Het probleem is echter dat de administraties die deze systemen willen gebruiken verschillend georganiseerd zijn en uiteenlopende wensen en eisen hebben, waardoor het

voor een fabrikant nogal moeilijk zal zijn vooraf zonder contact met de betrokken administratie het systeem geheel te ontwikkelen. Bovendien zullen door het gebruik er spoedig uit de organisatie van de administratie wensen naar voren komen voor aanvullende faciliteiten en veranderingen en aanpassingen in de reeds geïmplementeerde gebruiksmogelijkheden.

Voor de administratie is het daarom zeer aantrekkelijk als ze zelf in staat is deze uitbreidingen en aanpassing te realiseren. Dit is een van de redenen waarom de Nederlandse PTT in eigen beheer het PMT-systeem heeft ontwikkeld.

Een probleem om een zo algemeen mogelijk toepasbaar beheerssysteem te maken is het gebrek aan standaardisatie op het gebied van interfaces voor beheer op afstand en de mens-machine communicatie. Het gebruik van internationaal aanvaarde standaards hiervoor zou in ieder geval de problemen voor de telefoonadministraties een stuk eenvoudiger maken.

Voor de interface voor het beheer op afstand zou b.v. gekozen kunnen worden voor de toepassing van de CCITT X.25 aanbeveling voor de interface tussen dataterminals en een openbaar datanet gebaseerd op "packet switching". Hoewel dit aanvankelijk geen goedkope oplossing zal zijn, is het hierbij mogelijk over één full duplex dataverbinding, doordat de informatie in packets wordt verstuurd, naar behoefte meerdere virtuele datakanalen te realiseren voor b.v. mens-machine communicatie en bulk datatransporten.

Op het gebied van de standaardisatie van mensmachine communicatie voor computerbestuurde telefooncentrales werkt een subgroep van studiegroep XI van het CCITT aan de specificatie van een CCITT-mens-machinetaal.
De resultaten tot dusver geven nog zoveel ruimte voor opties in deze taal, waarbij het niet duidelijk is of het gebruikers opties of fabrikanten opties zijn, dat te vrezen valt dat het ideaal van één mens-machinetaal nog ver weg zal blijken te liggen.

Voordracht gehouden op 24 oktober 1978 in het PTT vergadercentrum te Utrecht, tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG (nr. 274), de sectie voor Telecommunicatietechniek KIvI, en het Genootschap van Ingenieurs der PTT.

NEDERLANDS ELEKTRONICA- EN RADIOGENOOTSCHAP
(279ste werkvergadering)
SECTIE TELECOMMUNICATIETECHNIEK, KIvI
BENELUX SECTIE IEEE

UITNODIGING

voor de vergadering op **donderdag 29 maart 1979** in het **PTT vergadercentrum (Telefoondistrict Utrecht), Burg. Fockema Andreaelaan 15** te **Utrecht.**

Onderwerp: MOBIELE VERBINDINGEN.

PROGRAMMA

11.30 uur: Koffie.

12.00 uur: Opening werkvergadering.
IR. A. DA SILVA CURIEL (PTT-Directoraat Radio Zaken):
SATELLIETCOMMUNICATIE MET SCHEPEN.

12.40 uur: **H. DA SILVA** (PTT-Dr. Neher Lab.):
DIGITAL SELECTIVE CALLING.

13.00 uur: Lunch.

14.15 uur: **IR. C. B. DEKKER** (Philips Nat. Lab.):
TAMED FM.

14.50 uur: Thee.

15.15 uur: **ING. L. J. C. A. v. d. VOORT** (PTT-Mobilofonie):
AUTO-TELEFOON.

ca.
16.15 uur: Na discussie - sluiting.

Huidige en toekomstige maritieme en landmobiele systemen worden behandeld.
Verder wordt in dit verband aandacht geschonken aan de toepassing van moderne oproep-systemen en een nieuwe modulatietechniek.
In verband met plaatsruimte is het aantal deelnemers beperkt tot 120.
Aanmelding dient te geschieden vóór 23 maart 1979, door middel van de aangehechte kaart gefrankeerd met 40 ct. Zij die niet kunnen worden toegelaten ontvangen bericht.
NERG leden die de Algemene Ledenvergadering willen bezoeken, evenals zij die de jaarstukken willen ontvangen dienen dit duidelijk aan te geven.
Reservering van de lunch à *f* 9.00 op de kaart aangeven. Dit bedrag kan ter plaatse worden voldaan of moet tijdig worden gestort op giro 126502 t.n.v. J. W. A. van der Scheer te Bergeijk. Indien door omstandigheden de lunch voor 27 maart 1979 wordt geannuleerd, zullen geen kosten in rekening worden gebracht. (tel. 070-755417).

Namens de samenwerkende verenigingen,
ING. J. W. A. VAN DER SCHEER

Bergeijk, maart 1979.

PMT, een Programmabestuurd Managementsysteem voor Telecommunicatieapparatuur.

Auteur: ir. J.J. v.d. Wilt.
Dr. Neher Laboratorium der PTT

Computerbestuurde telefooncentrales.

In een computerbestuurde telefooncentrale zijn de intelligentie en alle waarden van de vele in een telefooncentrale voorkomende variabelen geconcentreerd in de computer en het daarbij behorende geheugen. Dit heeft weliswaar het nadeel dat aan deze computer extreem hoge eisen worden gesteld wat betreft de betrouwbaarheid, maar het voordeel dat voor beheer en onderhoud belangrijke nieuwe mogelijkheden ontstaan. Een groot aantal handelingen op het gebied van beheer en onderhoud kan daardoor worden uitgevoerd met de man-machine communicatie via de aan de computer gekoppelde verreschrijver. En omdat tussen verreschrijver en computer zonder enig technisch probleem een telefoonlijn van willekeurige lengte kan worden geschakeld is daarmee misschien weliswaar als bijprodukt, het idee van beheer op afstand mogelijk geworden.
Centralisatie van het onderhoud en het beheer was dus in eerste instantie een voortvloeisel uit de invoering van de computerbestuurde centrales.
Een verreschrijver is echter niet het enige communicatiemiddel tussen de computer en de mens.
Voor het in- en uitvoeren van grote hoeveelheden gegevens is een sneller medium nodig. Bij de PRX-centrales is hierbij aanvankelijk gekozen voor het medium ponsband. Dit lag voor de hand omdat zeker in de tijd dat deze beslissing moest worden genomen dit een relatief zeer betrouwbaar en goedkoop medium was. Dit gold ook voor de lezer- en ponsapparatuur. Omdat bovendien de verwachting bestond dat deze apparatuur slechts zelden nodig was werd deze apparatuur transportabel uitgevoerd. In de praktijk bleek dit echter toch tegen te vallen zodat er al snel behoefte was om ook deze funktie op afstand beschikbaar te hebben.
Omdat deze apparatuur wordt gebruikt om b.v. testprogramma's of nieuwe versies van programma's in de computer te voeren en er dus hoge eisen aan de betrouwbaarheid van de informatieoverdracht werden gesteld was het op afstand plaatsen van deze functie wat minder eenvoudig. Toch is ook dit in het beheersysteem meegenomen.
Naast deze in- en uitgangen is er nog een derde die voor beheer en onderhoud van belang is en wel het groot alarmsignaal. Dit is een gelijkstroomsignaal. Het geeft aan dat er zodanige storingen zijn dat er dringend menselijke interventie nodig is.
Omdat de telefooncentrales in principe onbewaakt zijn dient dit signaal zeker op afstand te kunnen worden afgelezen.

Gefaseerde invoering van beheer op afstand.

Hoewel de introductie van computerbestuurde telefooncentrales met grote snelheid verloopt is het duidelijk dat een volledig systeem voor Beheer op afstand pas economisch verantwoord is zodra er in een telefoondistrict een flink aantal computerbestuurde telefooncentrales is ingevoerd. Dat dergelijke systemen per district worden ingevoerd ligt voor de hand, omdat dit een organisatorische eenheid is. Invoer van beheer op afstand is daarom aanvankelijk gefaseerd opgezet. De volgende fasen werden onderscheiden:

fase 0: Deze fase heeft in feite nooit bestaan maar wordt volledigheidshalve toch genoemd. In deze fase is er uitsluitend lokaal beheer.
Een uitzondering vormt het groot alarmsignaal. Dit wordt, zoals dit overigens ook bij de conventionele centrales het geval is, wel op afstand uitgevoerd. Voor elke onderhoudshandeling moet dus gereisd worden naar de centrale.

fase 1: Alle funkties die via de verreschrijver kunnen worden verricht kunnen nu ook op afstand worden uitgevoerd. Dit vereist een verreschrijver per centrale in een exploitatie en onderhoudscentrum, het EOC. Omdat de PRX-centrale slechts één ingang voor een verreschrijver kent is zonder bijzondere maatregelen interferentie mogelijk tussen lokale en op afstand geplaatste verreschrijver. Dit wordt op de volgende manier opgelost. De berichten die naar de verreschrijver worden gestuurd verschijnen op beide verreschrijvers. Commando's via verreschrijver aan het PRX-systeem kunnen slechts op één verreschrijver worden gegeven.

Welke dit is wordt bepaald door de stand van een schakelaar in de telefooncentrale, de z.g. remote-local schakelaar. Omdat de verbinding tussen verreschrijver en PRX-systeem duplex is uitgevoerd verschijnen commando's op de ene verreschrijver, gegeven ook op de andere verreschrijver.
Alle berichten van en commando's aan de PRX-centrale worden dus op 2 plaatsen vastgelegd. Boven de normale pariteitscontrole, die ook lokaal wordt toegepast, worden voor de informatie-overdracht geen extra beveiligingsmaatregelen genomen. De verbinding tussen verreschrijver op afstand en PRX-systeem wordt wel de lage snelheidsdatalijn genoemd.

fase 2: In deze fase wordt naast de verreschrijver ook de lezer en ponsfunctie op afstand geplaatst. Hier is beveiliging van de informatie-overdracht wel geboden, omdat hier b.v. programma's over worden gestuurd. Gebruik wordt gemaakt van het door CCITT gespecificeerde foutenbeheerssysteem vastgelegd in aanbeveling V.41. Hierbij worden aan elk blok van 64 karakters 16 check bits toegevoerd, die aan de ontvangzijde worden gecontroleerd. De kans dat een fout niet wordt gedetecteerd wordt hierdoor ongeveer 1 op 10^9 à 10^{10}. Aangezien de lezer- en ponsfunctie alleen wordt gebruikt via opdrachten aan de verreschrijver en niet spontaan door de PRX-centrale zoals dit bij de verreschrijver wel het geval is, is het mogelijk een flinke reductie toe te passen in het aantal lezers en ponsen op afstand. De transmissiesnelheid die voor deze z.g. middensnelle dataverbindingen wordt toegepast bedraagt 1200 Baud.
Er wordt voor deze verbindingen gebruik gemaakt van het geschakelde telefoonnet, aangezien dit dank zij het toegepaste foutenbeheerssysteem betrouwbaar genoeg is.

fase 3: Zowel in fase 1 als in fase 2 worden alle man-machine communicatiehandelingen uitgevoerd door technisch personeel in het EOC of eventueel in de PRX-centrale zelf. Dat betekent dat ook de meer administratief gerichte handelingen, zoals het beheer van het abonneebestand, in het EOC worden uitgevoerd. De daartoe nodige communicatie tussen administratieve afdelingen en EOC zou kunnen vervallen wanneer deze afdelingen over eigen ingangen op de PRX-centrale kunnen beschikken.
Dit en de onwerkbare situatie die in het EOC ontstaat bij het toenemende aantal PRX-centrales is aanleiding geweest om bij fase 2 niet te stoppen.

In fase 3 is het verschijnsel verreschrijver per PRX-centrale verdwenen. De lage snelheidsdatalijnen worden hier via multiplexers verbonden met een computersysteem. Op een aantal plaatsen in het district, waar er behoefte aan is, worden bedienplaatsen, dit kunnen verreschrijvers of beeldstations zijn, opgesteld die met het computersysteem worden verbonden. In principe kan hiermee elke verreschrijver met een willekeurige PRX-centrale worden verbonden, via het computersysteem. Ook de middensnelle datalijnen worden via reductietrappen met het computersysteem verbonden.
De informatie, zoals programma's en gegevensbestanden die in fase 2 nog op papierband stond wordt nu op schijvengeheugens vastgelegd, waardoor de communicatie over het middensnelle datanet in principe sneller, maar ook soepeler kan verlopen. In fase 3 wordt voor het gehele datanet gebruik gemaakt van vast huurlijnen.
Het is fase 2 genoemde systeem lezer en pons op afstand wordt in fase 3 alleen nog gebruikt in het geval er problemen zijn met het computersysteem.

Uitgangspunten en taken.

Alvorens verder in te gaan op de opzet van het systeem voor beheer op afstand zal eerst worden ingegaan op de uitgangspunten die gehanteerd zijn bij het ontwerp van het systeem en de taken die aan het systeem werden toegedacht.
- Er moet gebruik worden gemaakt van de mogelijkheden die computerbestuurde centrales bieden voor beheer op afstand.
- Het systeem moet in relatief korte tijd worden ontwikkeld, gezien de snelheid waarmee de PRX-centrales worden ingevoerd in het landelijk telefoonnet.
- Er moet zo min mogelijk worden gewijzigd in de programmatuur en apparatuur van de PRX-centrales
- Wanneer de beheershandelingen op afstand, via het systeem voor beheer op afstand, worden uitgevoerd dienen ze procedureel gelijk te zijn aan de lokaal uitvoerbare.
- De capaciteit van het systeem moet afgestemd zijn op een telefoondistrict met maximaal 500.000 abonnees. Het maximum aantal computerbestuurde telefooncentrales ligt daarbij in de orde van 100 à 150.
- De uitvalstijd mag niet meer dat 8 uur totaal per jaar bedragen bij continu bedrijf.

Het systeem is toen zo gespecificeerd, dat het de hierna te noemen taken kan uitvoeren. Deze taken zijn te onderscheiden in autonome taken, die het systeem kan verrichten zonder menselijke

interventie en niet-autonome taken, die het systeem slechts onder supervisie en in opdracht van bedienend personeel kan uitvoeren.

Autonome taken:

- Het vastleggen van alle meldingen, transacties en toestandsveranderingen die betrekking hebben op de te beheren apparatuur.
- Het bewaken van de te beheren apparatuur en het presenteren van de hierbij gevonden alarmmeldingen.
- Het waarschuwen van het dienstdoende personeel bij groot-alarm.
- Het bewaken van het goed functioneren van het systeem zelf.

Niet-autonome taken:

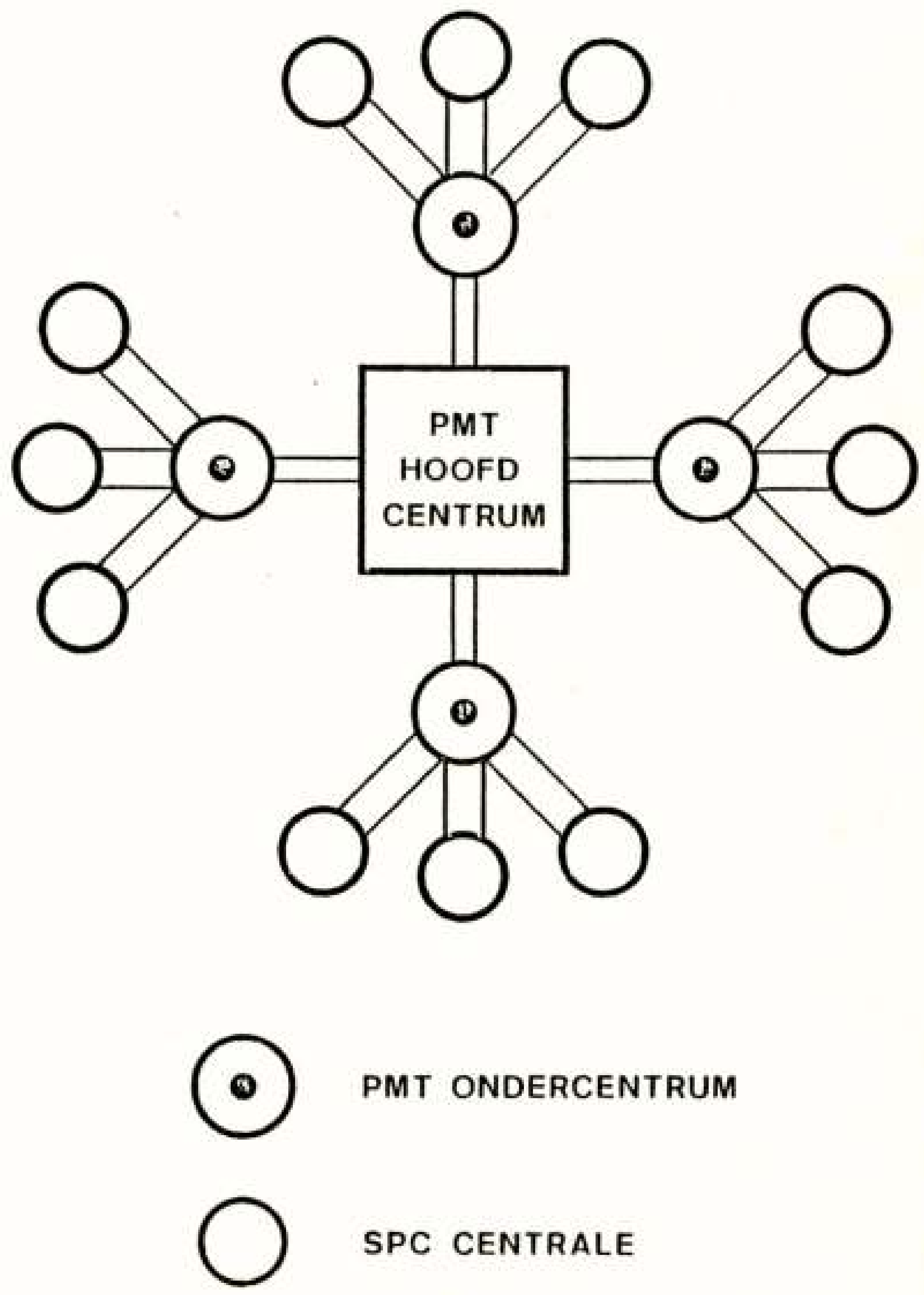
- Het uitvoeren van transacties met de computerbestuurde centrales in het beheersgebied.
- Het terugvinden en presenteren van in het achtergrondsgeheugen vastgelegde meldingen, transacties en toestandsveranderingen.
- Het opzetten en instandhouden van een bibliotheek waarin de programmatuur en de data van het beheerssysteem zelf en die van de aangesloten computerbestuurde centrales bewaard worden.
- Het presenteren van informatie ten behoeve van de telefoonincasso en het verkeersbureau in een voor verdere verwerking geschikte vorm.
- Het prepareren van lijsten met parameters voor samengestelde transacties met de computerbestuurde centrales.
- De mogelijkheid de door het systeem verzamelde informatie verder te verwerken.

Systeembeschrijving (zie fig.1).

De eerste versie van het systeem voor beheer op afstand heeft de naam PMT-100 gekregen.
PMT = programmabestuurd Managementsysteem voor Telecommunicatie-apparatuur.
Het systeem bestaat uit een computersysteem, dat in het hoofdcentrum staat opgesteld, en een datanet via welke de telefooncentrales met het computersysteem zijn verbonden.
In elke sector van het district is een ondercentrum opgesteld. Dit dient als concentrator voor een deel van het datanet en als alarmsignaalaftaster.

PPT-ondercentrum (zie figuur 2).

De computerbestuurde telefooncentrales zijn met het ondercentrum verbonden door twee 2-draads telefoonlijnen. Eén lijn wordt gebruikt voor de mens-machine communicatie en de transmissie van het groot alarmsignaal. In het ondercentrum wordt deze lijn verbonden met het normale spreekwegennet zodanig dat iedere centrale een vaste mens-machine communicatieverbinding heeft met het hoofdcentrum. Hierbij wordt opgemerkt dat de mens-machine informatie tussen centrale en hoofdcentrum "full duplex" wordt overgezonden via standaard 200 Bd FSK modems.
De andere 2-draadslijn wordt "half duplex" gebruikt voor middensnelle data transmissie via 1200/75 Bd FSK modems. Het 1200 Bd kanaal wordt daarbij benut voor de datatransporten, het 75 bd kanaal voor fouten-detectie en -correctiedoeleinden. Omdat het verkeersaanbod op deze soort lijnen laag is, zijn ze in het ondercentrum via een schakelmatrix met één 4-draads lijn naar het hoofdcentrum verbonden.
Naast deze matrix bevindt er zich in het ondercentrum een aftasterschakeling met 256 signaalpunten. Hierop zijn de signalen van de in het knooppunt aanwezige signaalpanelen, waaronder ook de grootalarmsignalen van de in de sector gesitueerde computerbestuurde telefooncentrales, afgewerkt. Zowel de aftaster als de matrix wordt bestuurd door dezelfde besturingseenheid, die communiceert met het PMT-hoofdcentrum over een afzonderlijke "full duplex" verbinding via 300 Bd FSK modems.



OPZET VAN HET PMT SYSTEEM

FIG. I

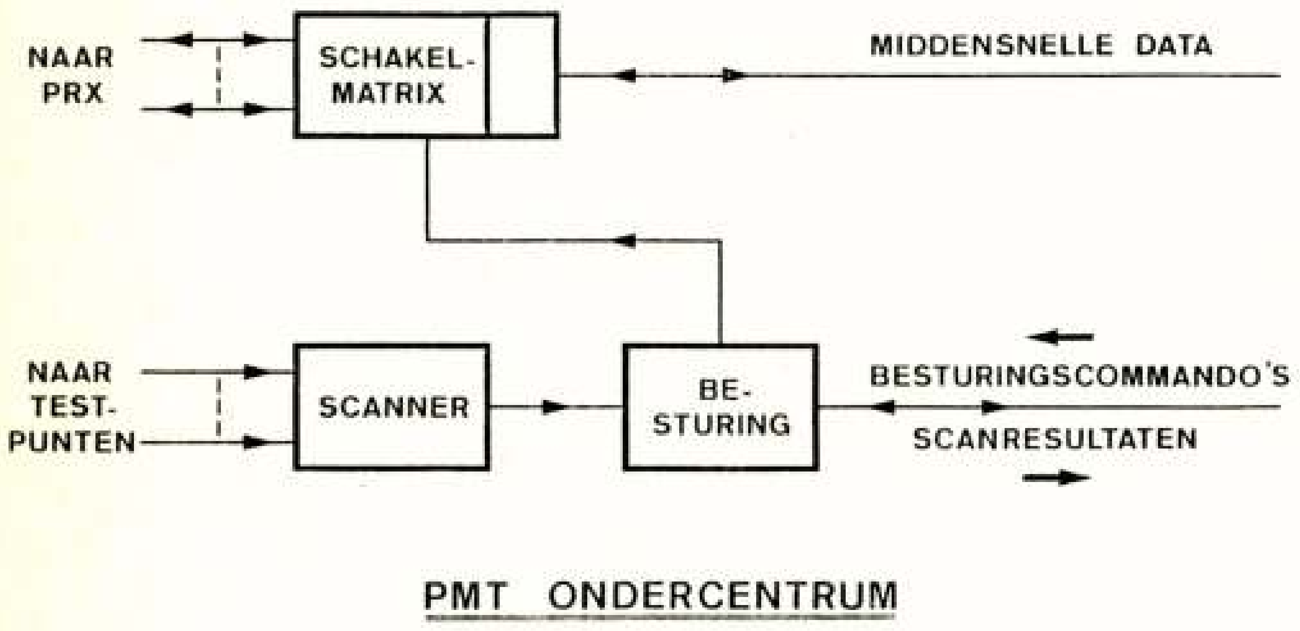


FIG. 2

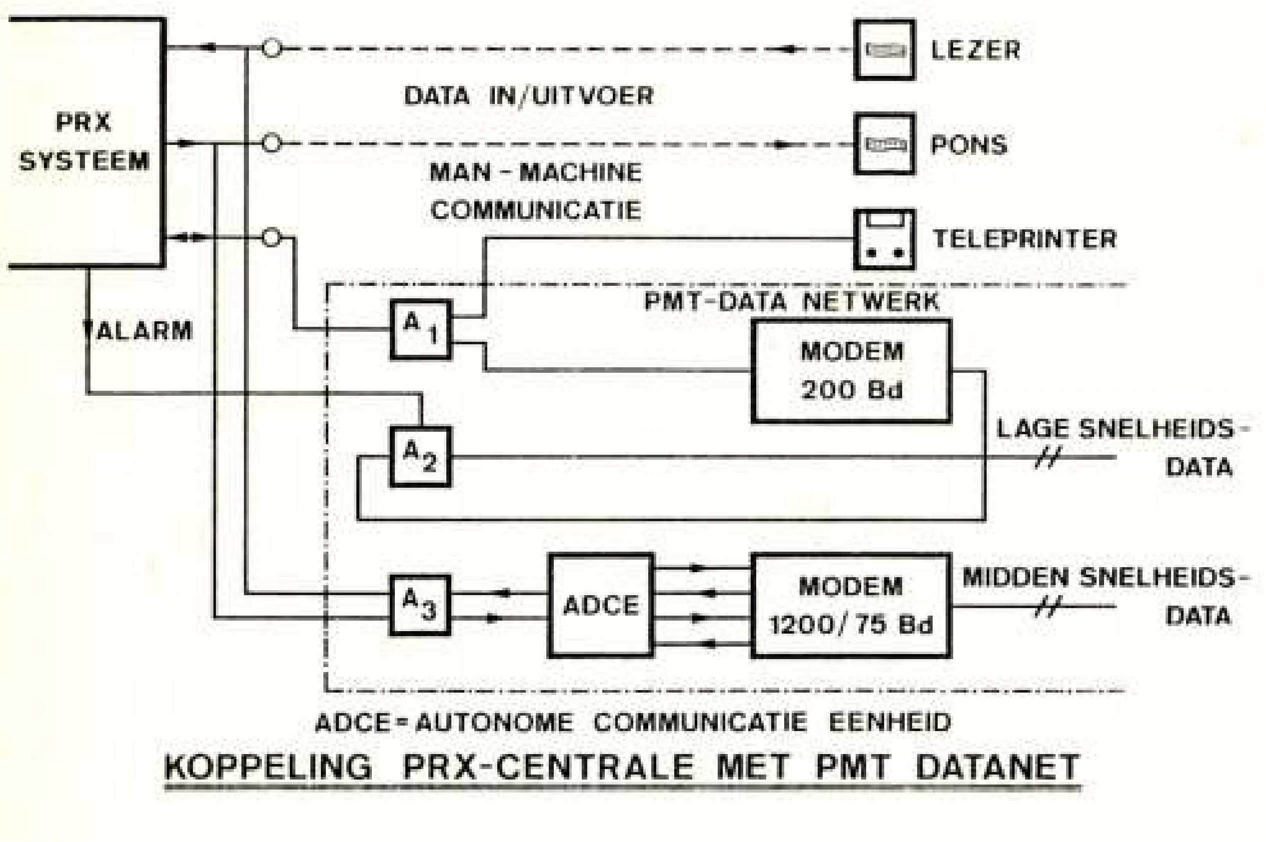


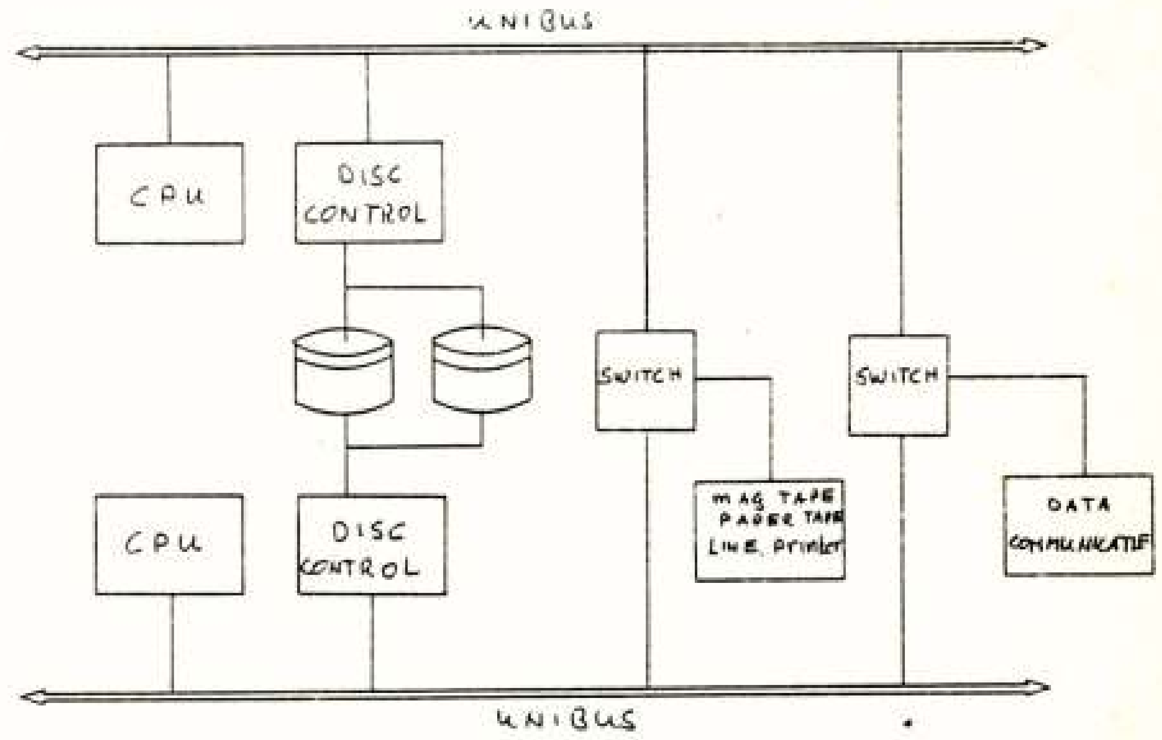
FIG. 3

Koppeling aan het PMT-systeem (zie fig. 3)

De koppeling van computerbestuurde telefooncentrales aan het systeem is gebaseerd op de uitgangspunten, dat zo min mogelijk gewijzigd mocht worden in deze centrales en dat de beheershandelingen op afstand procedureel gelijk moesten blijven.
Daarom zijn in de centrale de bestaande "interfaces" voor de mens-machine communicatie en de date in- en uitvoer benut.
Zo zijn de lage snelheidsmodem en de lokale verreschrijver via een aanpassing verbonden met de mens-machine communicatie interface.
In deze aanpassing is de data-ingang van de modem permanent verbonden met het uitvoerkanaal van de interface. De ingang van de verreschrijver kan met behulp van een schakelaar parallel verbonden worden met de modemingang. Dit maakt het mogelijk berichten gegenereerd door de computerbestuurde centrale slechts naar het PMT-systeem te sturen en niet naar de lokale verreschrijver. De schakelaar kan worden bediend door de processor van de centrale of manuaal door het onderhoudspersoneel in de centrale.
Omgekeerd kunnen commando's bestemd voor de centrale ōf op het toetsenbord van de lokale verreschrijver ōf via het PMT-systeem worden gegeven. Om te voorkomen dat dit tegelijkertijd kan geschieden is in de aanpassing een tweede schakelaar aangebracht, waarmee ofwel het lokale toetsenbord ofwel de modemlijn kan worden gekozen, en die wordt bediend door besturingstekens afkomstig van het PMT-hoofdcentrum in combinatie met toetsen op een controlepaneel bij de verreschrijver.
De in- en uitgang voor grote datatransporten, in feite de ponsbandlezer en ponsaansluiting, zijn via een aanpassing, die autonome datacommunicatie eenheid wordt genoemd, aangesloten op het middensnelle datanet. Deze aanpassing is zodanig dat voor informatie in- en uitvoer deze eenheid volledige "compatibel" is met de lezer en pons. Bovendien voert deze eenheid een foutendetectie en -correctie uit zodanig dat aan de betrouwbaarheidseis, gesteld aan deze soort datatransporten, is voldaan.
Een derde aanpassing is nodig voor het injecteren van het groot alarmsignaal in de voor de mens-machine communicatie gebruikte lage snelheidsdatalijn. In het ondercentrum wordt dit signaal gescheiden van dit kanaal en zowel op de aftaster als op het signaalpaneel gebracht.
Alarmsignaleringen van de overige op het signaalpaneel afgewerkte telecommunicatieapparatuur worden rechtstreeks op de aftaster gebracht, zodat deze apparatuur voor deze bewaking geen extra aanpassing behoeft.

PMT-Hoofdcentrum

De kern van het PMT-systeem wordt gevormd door een computerconfiguratie, die als volgt is opgebouwd (zie figuur 4).
De centrale verwerkingseenheid is een "general purpose" computer (een uit de PDP 11 familie van Digital), met een woordlengte van 16 bits en uitgerust met een werkgeheugen van 96 k woorden. Het achtegrondsgeheugen bestaat uit twee schijveenheden met beweegbare koppen, elk met een kapaciteit van 80 M bytes.
Uit veiligheidsoverwegingen worden deze schijven parallel gebruikt. Dit betekent dat alle informatie naar beide eenheden wordt weggeschreven. Lezen geschiedt evenwel van één schijf. Voor de invoer en uitvoer van grote hoeveelheden data is een tweetal "industry-compatible" magneetbandeenheden aanwezig. Als extra hulpmiddelen voor in- en uitvoer van data zijn nog aanwezig een snelle ponsbandlezer en een snelle ponsbandponser.Voor het afdrukken van alfanumerieke informatie is een regeldrukker beschikbaar.
De lage snelheidsdatalijnen zijn aan de bus van de centrale verwerkingseenheid verbonden via multiplexers. Dit geldt ook voor de bedienplaatsen (verreschrijvers en beeldschermen) van de PMT-gebruikers.
Evenals bij een aangesloten computerbestuurde telefooncentrale zit ook hier aan de rand van et middensnelle datanet een autonome datacommunicatie-eenheid met dezelfde functies. Een middensnelle verbindingsweg naar een ondercentrum wordt gekozen door het instellen van een schakelmatrix. Alarmsituaties in de te beheren telecommunicatie-apparatuur kunnen naar dienstdoend waakdienstpersoneel worden doorgegeven via een automatisch semafoon en telefoon oproep-inrichting. Tenslotte zorgt een zogenaamde "watchdog-timer" ervoor, dat er via genoemde oproepinrichting ook alarm wordt geslagen als door de centrale verwerkingseenheid noodzakelijke processen niet tijdig worden uitgevoerd.
Om te voorkomen dat het systeem lange buitendienst periodes ondervindt door hardware fouten of onderhoud van het computersysteem is een aantal vitale delen, zoals de centrale verwerkingseenheid, het werkgeheugen, de systeembedienplaats en de schijvenbesturing, verdubbeld. Bovendien zijn de datanetlijnen met de oproeprichting, en de in/uitvoerapparatuur als magneetbandeenheid, papierbandeenheid en regeldrukker, op afzonderlijk schakelbare busdelen afgewerkt.
In geval van een fout in het systeem zal in het algemeen door een reconfiguratie deze fout kunnen worden omzeild, en het systeem opnieuw kunnen worden gestart.



BLOKSCHEMA PMT-100 computer systeem

FIG. 4

Exploitatie en onderhoudscentrum

Bedienplaatsen waarmee PMT-gebruikers met het systeem kunnen communiceren kunnen direct bij de exploitatieve diensten worden geplaatst, maar ook daar waar een onderhoudsgroep de eigenlijke bewaking van de apparatuur verricht. Op deze bewakingsplek, het EOC, wordt het zogenaamde alarmenbeeldscherm geplaatst waarop alle nieuw binnengekomen grootalarmmeldingen en alarmberichten worden gepresenteerd en tellingen bijgehouden van alle nog staande alarmsituaties.

PMT-programmatuur

De programmatuur in het PMT-systeem kan globaal worden onderscheiden in:
- systeemprogrammatuur en
- applicatieprogrammatuur.

De systeemprogrammatuur dient onafhankelijk te zijn van de applicatieprogrammatuur. Van de systeemprogrammatuur mag daarom worden verwacht dat het door de computerleverancier wordt bijgeleverd. Hoewel dit tegenwoordig voor de meeste computers voor vele applicaties het geval is was

dit enige jaren geleden toen met het project werd begonnen nog bepaald niet het geval en zeker niet voor de minicomputer. Kort na de start van het projekt kwam echter de eerste versie van het "real-time operating system" RSD-11D uit. De eerste versie vertoonde nog zeer vele gebreken. Deze werden echter door volgende versies successievelijk opgelost, zodat uiteindelijk een zeer bruikbaar operating systeem ter beschikking was. Het operating systeem biedt ook eigenschappen voor de programma-ontwikkeling en in beperkte mate ook voor het testen. Enkele van de belangrijkste eigenschappen van RSX-11D zijn:

- multiprogrammering
- prioriteit gestructureerde verwerking van programma's
- communicatie en synchronisatie van programma's onderling
- dynamische geheugen toewijzing
- "checkpointing"

Al deze faciliteiten zijn voor toepassing in PMT van belang. Dit zal bij de behandeling van de applicatieprogrammatuur blijken.
Wanneer men gebruik maakt van een standaard operating systeem dient men te accepteren dat op een aantal punten operating systeem en applicatieprogrammatuur niet optimaal op elkaar zijn afgestemd. Accepteert men dit niet en brengt men wijzigingen aan in het operating systeem dan ontstaan er grote problemen bij de overgang naar nieuwe versies van het operating systeem. Dezelfde wijzigingen moeten dan weer opnieuw worden aangebracht en getest wat een tijdrovende aangelegenheid kan zijn. Het blijven staat op een oude versie van het operating systeem heeft het nadeel dat niet wordt meegeprofiteerd van oplossingen van problemen in de oude versie en verbeteringen. Bovendien worden regelmatig nieuwe versies uitgebracht waarmee het mogelijk is om ook de nieuwste randapparatuur aan te sluiten.
Er is dus gestreefd zo weinig mogelijk wijzigingen aan te brengen in het operating systeem.

De applicatieprogrammatuur is geschreven in de assembleertaal MACRO-11. De keuze werd in feite bepaald door de mogelijkheden van RSX-11D. Deze waren beperkt tot MACRO-11 en FORTRAN. De taal FORTRAN is bepaald niet erg geschikt voor een real-time toepassing en zeker de implementatie die er destijds onder RSX-11D van bestond niet. Inmiddels is deze implementatie sterk verbeterd en zijn er ook andere hoog niveau programmeertalen onder RSX-11D mogelijk.

Globale opzet van de programmatuur

De PMT-applicatie programmatuur is opgebouwd uit blokken. Een blok is een functioneel bij elkaar behorende hoeveelheid programma's of taken zoals ze onder RSX-11D worden genoemd. In de beginfase van het systeemontwerp zijn de functies van deze blokken en de interfaces tussen de blokken gedefinieerd. Het detailontwerp van de blokken kon daarna door parallel werkende systeemontwerpers en programmeurs worden uitgewerkt. De diverse verrichtingen van het PMT-systeem worden uitgevoerd in de vorm van processen. Hierbij is een proces een sequentiële stroom van acties, die door een interne of externe gebeurtenis worden gestart. Deze sequentiële stroom van acties kunnen en zullen in het algemeen over diverse blokken verspreid zijn. De communicatie tussen de blokken of de taken geschiedt via het RSX-11D systeem. In feite communiceert een taak dus alleen met het RSX-11D systeem wat het voordeel geeft dat de ene taak zelfs niet hoeft te weten waar de andere taak in het geheugen staat. De taken hebben dan ook geen vaste plaats in het geheugen. Ze staan alleen dan in het geheugen wanneer uitvoering er van gewenst is. Wanneer een taak op een punt belandt waar gewacht moet worden, b.v. op een of andere externe gebeurtenis dan zorgt RSX-11D er voor dat er een ander proces wordt gestart of voortgezet als dat er tenminste is. Een taak kan worden onderbroken door een andere taak met een hogere prioriteit. Wordt de uitvoering van een taak vereist, die nog niet in het kernengeheugen is, dan wordt deze eerst geladen in het kernengeheugen van uit het schrijvengeheugen. Is er geen plaats dan worden volgens bepaalde algoritme's lagere prioriteitstaken tijdelijk naar het schrijvengeheugen verplaats, net zo lang totdat er voldoende ruimte is.

De totale hoeveelheid programmatuur die is ontwikkeld bedraagt ruim 40.000 statements of ca. 200.000 PDP-11 woorden.

De gebruiker van het PMT-systeem

Voordat de gebruiker een commando aan het PMT-systeem kan geven dient hij zich eerst te identificeren. Daartoe beschikt hij over een bepaald nummer en een geheim sleutelwoord. Niet alle faciliteiten van het PMT-systeem worden aan elke gebruiker toegekend. Ze zijn per gebruiker instelbaar. Dit is nodig in verband met de verantwoordelijkheden die per gebruiker of eventueel per afdeling bestaan.

Na de identificatieprocedure kan een commando aan het PMT-systeem worden gegeven. Is dit het commando "Maak een verbinding met PRX XX" dan gedraagt de bedienplaats zich daarna alsof het een bedienplaats is, die direct met de PRX-centrale is gekoppeld. Het PMT-systeem blijft echter wel de handelingen van de gebruiker bewaken om na te gaan of geen PRX-transacties worden gestart die buiten zijn bevoegdheidsgebied liggen. Alle handelingen die op deze manier met de PRX-centrales worden uitgevoerd worden in het PMT-systeem vastgelegd en zijn daarna toegankelijk voor iedereen die daartoe gerechtigd is. Als met een beeldstation wordt gewerkt is het op elk moment mogelijk om van wat op het beeldstation verschijnt "harde" afdrukken te maken. Deze verschijnen dan op de regeldrukker in het Hoofdcentrum en zullen door de systeembeheerder worden toegestuurd.

De PMT man-machine taal

De syntactische regels die in de PMT man-machine taal zijn toegepast zijn voor een groot deel overgenomen van de PRX man-machine taal. Omdat ook andere typen centrales op het systeem moeten kunnen worden aangesloten zou het misschien meer voor de hand liggen om voor de PMT man-machine taal een systeem onafhankelijke taal te kiezen.

Dit onderwerp had ook de belangstelling van een werkgroep van CCITT, n.l. Commissie XI. De door deze werkgroep te specificeren taal was echter nog lang niet gereed, zodat op dit punt een eigen keuze moest worden gemaakt.

Voor de PMT-commando's gelden de volgende syntactische regels:

- Elke commandoregel bestaat uit een commando code gevolgd door een aantal parameters. De parameters worden gescheiden door komma's. De commandoregel wordt afgesloten door een dubbele punt.
- Elke commando code bestaat uit 4 karakters; het eerste karakter is altijd een B om verwarring tussen PMT- en PRX-commando's te voorkomen.
- Parameters hebben vaste plaatsen in de commandoregel; alleen de waarde van de parameter hoeft dus te worden gegeven en niet de naam.
- Niet relevante parameters kunnen worden weggelaten; de plaats wordt dan aangegeven door een lege positie tussen twee komma's, tenzij de niet relevante parameter aan het eind van de regel voorkomt, in dat geval wordt met de dubbele punt volstaan.
- Sommige parameters kunnen gevolgd worden door een schuine streep (slash) gevolgd door een optie.

Lay-out van het PMT-commando:

. commando code, object spec, bericht spec, tijd:

object spec= naam van centrale of bedienplaats
bericht spec= categorie/optie
tijd = jaar-maand-dag/uur-minuut

Met deze regels blijkt het mogelijk te zijn om in de meeste gevallen met zeer korte commando's te kunnen volstaan. Ondanks dat is de leesbaarheid van de PMT-commando's toch goed te noemen. Aan deze aspecten is tijdens het ontwerp zeer veel aandacht besteed omdat die bijna bepalend zijn voor het succes bij de gebruikers.

Voordracht gehouden op 24 oktober 1978 in het PTT vergadercentrum te Utrecht, tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG (nr. 274), de sectie voor Telecommunicatietechniek KIvI, en het Genootschap van Ingenieurs der PTT.

A N O U N C E M E N T

4th INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE MATHEMATICAL THEORY FOR NETWORKS AND SYSTEMS.

MTNS'79

Delft, The Netherlands

July 3-6, 1979

Program:

Guest Lecturers : Prof. I.C. Gohberg, Prof. T. Kailath, Prof. P. Fuhrman, Prof. M.S. Livsic, Prof. C. Foias, Prof. Ch. Desoer, Prof. J.W. Helton, Prof. W. Wonham, Dr. Y. Genin.

Special Sessions:

Hilbert Resolution Space Approach to System Theory;
Abstract Stochastic Optimal Control,
Discrete-Time Nonlinear Systems,
Algebraic System Theory
Operator Theory for Systems,
Factorization Theory,
Stochastic Approximation Theory.

Invited Papers: Over 50 invited papers will be presented.

Sponsors:

Department of Electrical Engineering, Delft University of Technology.
IEEE Region 8 and Benelux Section.
NERG.

Information:

Prof. P. Dewilde
Department of Electrical Engineering
Delft University of Technology
Mekelweg 4,
Delft 8,
The Netherlands

Tel.: 015-786234

ORGANISATORISCHE CONSEQUENTIES TIJDENS ONTWIKKELING EN GEBRUIK

Auteur: Ir. L.B. v.d. Lem
Dr. Neher Laboratorium PTT

Op 5 oktober 1972 werd door de toenmalige hoofddirecteur TT een stuurgroep geïnstalleerd welke sturing zou moeten geven aan een project-organisatie. De overwegingen die hieraan ten grondslag lagen waren, dat de introductie op grote schaal van de computer bestuurde telefooncentrales van het type PRX-205 van de Philips Telecommunicatie Industrie in het Nederlandse net, de bestaande situatie in een telefoondistrict op het gebied van organisatie, personeel en techniek zou gaan beïnvloeden.

Voornoemde stuurgroep kreeg tot taak: Het ontwikkelen van een filosofie over en het ontwikkelen van een conceptie voor het toekomstig beheer van semi-electronische centrales. Dat wil zeggen dat met name de volgende probleemgebieden bezien moesten worden:

- de eisen waaraan een beheerssysteem zou moeten voldoen,
- de organisatie vormen voor het beheer van SPC centrales, met aspecten zoals de verhouding tot de bestaande districtsorganisatie; plaats (zowel organisatorisch als geografisch) van een beheerscentrum; hoeveelheden reservemateriaal; etc.
- het aangeven van oplossingen voor personele consequenties,
- het opstellen van samenwerkingsprocedures met de administratieve diensten, zoals Incasso, Afdeling Aansluitingen, Storingsdienst, e.d.
- het ontwikkelen en produceren van het beheerssysteem,
- het invoeren in de telefoondistricten.

De projectorganisatie kreeg de naam "Beheer op afstand" of kortweg BOA.

De BOA-projectorganisatie kreeg de volgende structuur:

aan de top de Stuurgroep BOA:

hierin vinden de voorbereidingen en de coördinatie van alle activiteiten in de projectorganisatie plaats. In de eerste jaren van het bestaan rapporteerde de Stuurgroep zowel aan de hoofddirectie T als aan de Directeur DNL; in juli 1977 werd besloten dat de Stuurgroep van dat moment af alleen nog verantwoording schuldig was aan directeur T. Waarom? Dat zal later in mijn verhaal blijken.

Onder Stuurgroep BOA vinden we twee werkgroepen, te weten:

BOA-SOS, hetgeen BOA-sociale en Organisatorische aspecten en Systeemeisen betekent,

BOA-TO , hetgeen BOA-Technische Ontwikkelingen betekent.

De bemanning van de stuurgroep, de werk groepen en de sub-werkgroepen was multidisciplinair: deze bestond zowel uit vertegenwoordigers van verschillende centrale afdelingen, van het DNL als uit vertegenwoordigers van de diverse districten. Een dergelijk samenwerkingsverband werd als zeer positief ervaren.

Onder de beide werkgroepen werden een aantal sub-werkgroepen geformeerd, welke één specifieke taak toebedeeld kregen, zoals:

BOA-SOS-R Een subwerkgroep welke verantwoordelijk was voor het opstellen van adviezen en procedures ten aanzien van de omvang en het beheer van een reserve-voorraad voor PRX-centrales en voor procedures t.a.v. de reparatie van defecte onderdelen.

BOA-SOS-S Een subwerkgroep welke verantwoordelijk was voor het opstellen van de eisen welke gesteld moesten worden aan een te ontwikkelen beheerssysteem.

BOA-SOS-O Een subwerkgroep welke moest adviseren over de organisatie van het beheer van SPC-systemen in de districten.

Naast deze drie subwerkgroepen waren er nog een aantal onder BOA-SOS opgenomen, waar ik echter verder niet bij stil zal blijven staan.

Onder de BOA-TO werkgroep werden twee subwerkgroepen gecreëerd, namelijk:

BOA-TO-S De subwerkgroep Support, welke later omgedoopt werd in subwerkgroep Software, en

BOA-TO-A De subwerkgroep Applicatie, welke later omgedoopt werd in subwerkgroep Hardware.

De activiteiten van de BOA-projectorganisatie werden uitgedragen d.m.v. het BOA-Informatie-Bulletin, voor welk bulletin een speciale redactie-

commissie was benoemd en welk bulletin acht maal (in zeer grote oplage) is verschenen.

Ook werden onder auspiciën van de project-organisatie regelmatige informatiebijeenkomsten gehouden met de districten.

Teneinde het vervolg begrijpbaar te houden moet ik uw geheugen opfrissen ten aanzien van hetgeen in de vorige voordrachten reeds naar voren is gekomen, namelijk dat de PRX-centrales in principe twee data in- c.q. uitgangen heeft. Een lage snelheids datakanaal voor de aansluiting van de commando verreschrijver en een middelsnel datakanaal voor de aansluiting van de papier-band-lezer en papierband-ponser.
In het PMT-100 systeem dat aan u gepresenteerd is zijn beide kanalen met de beheerscomputer verbonden.

In het begin van 1973 was het idee dat er twee van dergelijke systemen als proefsysteem geinstalleerd zouden gaan worden: in Amsterdam en in Utrecht. Afhankelijk van een evaluatie zou dan beslist moeten worden deze systemen ook in de overige districten in te voeren. Eind 1975 wordt echter besloten, uit financiële overwegingen slechts een proefsysteem op te stellen en wel in Utrecht. In Amsterdam zou dan een overgangs-faze naar het uiteindelijke beheerssysteem worden geïnstalleerd.

Tijdens de ontwikkelingsdrang van het PMT-100 systeem hebben zich een aantal belangrijke andere technische ontwikkelingen voorgedaan: zo werd besloten af te stappen van het medium papierband en over te gaan op het medium magneet-band en wel op magnetische-band cartridges. Elke SPC-centrale zal in de toekomst met magnetische-band-cartridge eenheden worden uitgerust.
Tevens zijn gestandaardiseerde data-protocollen verschenen, met hiervoor noodzakelijke apparatuur, waarmede beschermde data transporten mogelijk zijn. Ook deze faciliteit zal in de nabije toekomst in de SPC-centrales worden geïmplementeerd.

Als dan in begin 1977 duidelijk wordt, dat de snelle uitbreiding van het aantal PRX-centrales in de districten het gewoon noodzakelijk maakt om in die districten eerder over een beheerssysteem te kunnen beschikken, besluit de hoofddirectie T medio 1977, dat het op dat moment werkende gedeelte van het PMT-100 systeem in Utrecht, landelijk mag worden ingevoerd, hiermee worden dan de eerder aan u getoonde faciliteiten geboden:

- berichten-uitwisseling via het lage snelheids-datanet via de beheerscomputer,
- mogelijkheid tot data-vastlegging (logging) en data-opvragen (retrieval),
- de bedienplaatsen kunnen naar believe op diverse plaatsen in de districts-organisatie worden opgesteld (bv. Aansluitingen, Incasso, Dienstkringen, enz.),
- de bedienplaatsen zijn programmatisch beschermd tegen onbevoegd gebruik.

De computerconfiguratie wordt verder zodanig gewijzigd, dat een meer flexibele en meer toekomst-vaste opzet wordt bereikt.
Dit nieuwe systeem krijgt de naam PMT-200.

De invoeringsplanning van dit systeem in het Nederlandse telefoonnet ziet er als volgt uit:

Amsterdam	1 april 1979 in dienst
's-Hertogenbosch	1 november 1979 in dienst
Arnhem	1 maart 1980 in dienst

en vervolgens met tussenpozen van twee maanden volgen de districten: Brede, Groningen/Leeuwarden, Hengelo, Haarlem, Maastricht, 's-Gravenhage, Zwolle en Rotterdam. De laatste gaat dan op 1 augustus 1981 in dienst.

Zoals te zien is komen de districten Groningen en Leeuwarden voorlopig op een systeem. Hierbij wordt dan gebruik gemaakt van de faciliteit dat het PMT-systeem beide districten volmaakt gescheiden en onafhankelijk kan bedienen.

Naast het begeleiden en ontwikkelen van het technisch gereedschap PMT-100 heeft de project-organisatie zich intensief bezig gehouden met organisatorische en sociale aspecten, verbonden aan de invoering van SPC-centrales en van een computerbestuurd beheerssysteem hiervoor.
Als voorbeeld hiervan wil ik nu wat vertellen over de adviezen welke gegeven zijn ten aanzien van de organisatie rond de SPC telefoonsystemen, en de overwegingen geven welke hierbij een rol hebben gespeeld.

Allereerst moet ik dan uiteenzetten hoe de onderhoudsorganisatie tot dan toe georganiseerd was.
Nederland is verdeeld in 13 administratieve telefoondistricten. Elk district is verantwoordelijk voor de levering van de diverse mogelijke telecommunicatiefaciliteiten in dat gebied. Daarnaast moet men er voor zorgen dan de kwaliteit van deze zaken op peil blijft. Hiervoor is onderhoud noodzakelijk. Voor het onderhoud van de telefooncentrale apparatuur is het district verder onderverdeeld in een aantal sectoren, waarbinnen een onderhoudsteam verantwoordelijk is voor de instandhouding van de goede werking van de apparatuur in dat gebied. We kunnen dus zeggen dat het onderhoud van electromechanische

telefoonsystemen "sectorgewijs" is georganiseerd.

Met de komst van SPC-systemen worden we met de volgende zaken geconfronteerd:

Complexiteit, met de invoering van een computer om het gehele telefonieproces te sturen, vermeerdert de complexiteit van de centrales enorm in vergelijking met de electromechanische types,

Betrouwbaarheid, de SPC-systemen hebben een hoge betrouwbaarheid.

We kunnen dus relatief weinig fouten verwachten, wat aan de andere kant weinig gelegenheid biedt om ervaring op te doen in het opsporen van fouten in de gecompliceerde SPC-centrale.

Verder moeten we rekening houden met de volgende aspecten:

Reserve-voorraad, omdat een SPC-systeem voornamelijk uit prentplaten bestaat moet een set van alle voorkomende typen prentplaten in reserve worden gehouden voor het geval er een defect raakt. Het is niet erg economisch om een dergelijke set in iedere centrale apart aan te houden,

hetzelfde geldt ook voor de

Testapparatuur, welke in het algemeen ook complex en daarom nogal prijzig is.

Bezien we de eerste twee genoemde aspecten, dan zien we dat we relatief weinig, maar wel hoogwaardige krachten, in een district nodig hebben. Uit de laatste twee genoemde aspecten concluderen we dat het economischer is één reserve-voorraad en één set testapparaten per district te hebben, dan deze in de verscheiden centrales onder te brengen.

Aangezien deze SPC-centrales op afstand bestuurd kunnen worden via een datalijn, heeft de Nederlandse PTT, gezien voornoemde aspecten, besloten het beheer van de lokale SPC-centrales vooralsnog per district te organiseren.

In ieder district is nu één speciale groep verantwoordelijk voor het beheer van de PRX-centrales. Waarbij onder beheer wordt verstaan Onderhoud en Exploitatie. Deze groep is gevestigd in het districtscentrum, in het EOC, dat is Exploitatie en Onderhouds Centrum.

De groep heeft de beschikking over een auto (een Ford Transit), over een set reserve prentplaten, over testapparatuur, over transportabele papierbandlezers en papierband ponsers, enz.

De PRX-groep moet de volgende taken volvoeren:

- Oplossen van hardware fouten
- Behandelen van Software fouten
- Onderhoud verreschrijvers
- Uitvoeren van periodieke testen
- Laden van programma's voor testen en routine-onderzoeken
- Dumpen van tellerstanden, en andere data
- Aanbrengen van mutaties in het abonneebestand
- Bijhouden van een storingsadministratie
- Beheren van de technische documentatie en overig administratief werk
- Opbergen van berichten
- Geven van opleidingen.

Daarnaast is deze PRX-groep belast met het testen van nieuwe centrales en uitbreidingen welke door PTT zelf zijn gebouwd. En verder zijn zij bezig met het integreren van nieuwe centrales in het bestaande telefoonnet.

Het was een van de taken van de BOA-projectorganisatie aan te geven hoeveel mensen voor deze taken noodzakelijk waren.

Hiertoe werd uitgegaan van de volgende veronderstellingen:

½ à 1 fout per 100 abonnees per jaar,

een zekere verdeling tussen ernstige fouten en niet-ernstige fouten, en

een zekere verdeling tussen eenvoudig te vinden fouten en moeilijk te vinden fouten.

Verder werd aangenomen dat 25 à 45 % van het totale abonneebestand jaarlijks muteert.

Overige zaken werden naar beste weten ingeschat, waardoor voor het geval van 20 centrales met 100.000 nummers de volgende urenbesteding in de diverse activiteiten nodig zou zijn:

1. Hardware fouten	2600 uren
2. Software fouten	1000 uren
3. Onderhoud verreschrijvers	750 uren
4. Periodieke testen	600 uren
5. Laden van overlay en testprogramma's	1000 uren
6. Tellerstanden en data dumps	250 uren
7. Mutaties	2000 uren
8. Storingsadministratie	600 uren
9. Technische documentatie en administratie	1400 uren
10. Opbergen van berichten	1000 uren
11. Opleiding	400 uren
totaal	11600 uren

Uitgaande van het gegeven dat een man 1400 uur per jaar beschikbaar heeft om werkzaam te zijn zijn voor bovengenoemde taken 8 à 9 man nodig.

In eerste instantie werd er vanuit gegaan dat 2/3 van dit aantal werkelijke PRX-specialisten zouden moeten zijn.

Eerdergenoemde cijfers gelden voor het geval er geen PMT-systeem aanwezig is. De invoering van het PMT-systeem geeft een besparing te zien van ca. 2 man in de "Onderhouds- en exploitatie groep", echter een deel van de werkzaamheden wordt dan verschoven naar de administratieve afdelingen, zoals Aansluitingen en Incasso.

Nadat de beslissing was genomen dat landelijk een PMT-systeem zou worden ingevoerd, was, omdat de introductie van het PMT-200 systeem door de "lijn" zou geschieden, de BOA-projectorganisatie niet meer nodig.
De BOA-projectorganisatie heeft haar werk gedaan: zij heeft haar adviezen gegeven over organisatie van reserve-voorraden en over het gecentraliseerd beheer van PRX-centrales, verder heeft zij gezorgd voor een gereedschap waarmee dit beheer kan worden gedaan, het PMT-100 systeem.
Het is een zeer prettige gedachte dat dit PMT-systeem zo flexibel is, dat het in iedere gewenste organisatievorm kan worden ingepast, ook dus in een organisatievorm, waarbij het beheer van SPC-centrales - zoals meer en meer wensen geuit worden - weer op een gedecentraliseerde vorm wordt uitgevoerd.
De BOA-projectorganisatie is aan haar einde gekomen, binnen afzienbare tijd zal zij niet meer bestaan. Zij heeft echter voor een rijk nakomelingschap gezorgd in de vorm van vele PMT-configuraties in de diverse districten.
Ik verwacht dat de districten veel plezier zullen beleven aan al deze BOA-kinderen.

Voordracht gehouden op 24 oktober 1978 in het PTT vergadercentrum te Utrecht, tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG (nr. 274), de sectie voor Telecommunicatietechniek KIvI, en het Genootschap van Ingenieurs der PTT.

HET PROGRAMMABESTUURDE MANAGEMENTSYSTEEM VOOR TELECOMMUNICATIE-APPARATUUR (PMT)-
ERVARINGEN EN WAARDERING VAN DE GEBRUIKERS.

Auteur: ir. G.A. Joosten
Telefoondistrict Utrecht

INLEIDING

Alvorens op de ervaringen van het PMT-systeem en op de waardering van de gebruikers daarvan in te gaan, zal eerst een schets worden gegeven van de plaats die het PMT-systeem nu in de werkorganisatie van het telefoondistrict inneemt.

Uitgangspunt is de huidige situatie in het telefoondistrict Utrecht.

Het PMT-systeem is ingeschakeld bij:

a. onderhoud en beheer van PRX-centrales,
b. exploitatie van telefoonaansluitingen op PRX-centrales (telefoonexploitatie).

Onderhoud en beheer van de PRX-centrales

Het onderhoud en beheer van de PRX-centrales worden verzorgd door een centrale groep (ca. 17 medewerkers) die opereert vanuit het Exploitatie- en Onderhoudscentrum (EOC) in de stad Utrecht. Deze groep is tevens belast met het testen en indienststellen van nieuwe, door PTT gemonteerde PRX-centrales, alsook van de latere uitbreidingen.

Telefoonexploitatie

De afdelingen die samen de telefoonexploitatie verzorgen, zijn o.m. verantwoordelijk voor de administratieve processen die samenhangen met:

- het aansluiten van nieuwe en verhuisde abonnees;
- het opheffen van aansluitingen (verhuizing, opzegging abonnement);
- mutaties van abonnee-installaties (een tweede toestel, extra bel, etc.);
- vermeldingen in de telefoongids;
- vervaardiging telefoonnota's.

(Deze exploitatieve afdelingen verzorgen ook de voorlichting aan het publiek en de behandeling van klachten).

Gezien het grote klantenbestand (425.000 telefoonabonnees) en de vele mutaties hierin (statistisch gezien verhuizen alle abonnees ééns in de 15 jaar) dragen de werkzaamheden het karakter van een massa-administratie. Het aantal jaartaken ten behoeve van deze administratie bedraagt ca. 125, inclusief voorlichting en klachtenbehandeling.

Zonder invoering van de administratieve automatisering bij de telefoondienst middels het ITCIS-project (1) zou het aantal taken nog groter zijn geweest.

HANDELINGEN VIA HET PMT-SYSTEEM

Het telefoondistrict Utrecht telt thans 425.000 telefoonaansluitingen, verdeeld over 107 centrales. In 24 van deze centrales is PRX-apparatuur geïnstalleerd, waarop ca. 135.000 abonnees zijn aangesloten.

Het PMT-systeem is daarmee operationeel voor 24 centrales die 32% van het abonneebestand voor hun rekening nemen.

De hier navolgende kwantitatieve gegevens hebben dan ook uitsluitend betrekking op deze 135.000 abonnees, samen met de behandeling van nieuwe aansluitingen voorzover deze op PRX-centrales betrekking hebben.

Abonnee-exploitatie

De administratieve afdelingen beschikken samen over 4 beeldschermapparaten, aangesloten op het PMT-systeem.

De voornaamste handelingen die via deze terminals worden verricht, zijn:

- indienststellen nieuwe aansluitingen (nieuwe en verhuisde abonnees): 80 per werkdag;
- buiten dienst nemen van aansluitingen (verhuizingen, opzeggingen): 40 per werkdag;
- op informatietoon plaatsen (onbetaalde nota's): wekelijks een groep van 200 à 300 abonnees;
- informatietoon verwijderen (betaalde achterstallige nota's): 120 à 150 per week;
- raadplegen historische gegevens in verband met klachten van abonnees.

Voorts is er een aantal exploitatieve procedures, waarvoor echter de hulp van het EOC noodzakelijk is, zoals:

- het indienststellen en muteren van zgn. groepsaansluitingen (netlijnen van huistelefooninstallaties);
- het gedurende een bepaalde periode registreren van gekozen telefoonnummers ten behoeve van het onderzoek naar notaklachten en telefoonplagerijen: ca. 10 nieuwe gevallen per maand;
- het zgn. vangen van telefoonverbindingen bij telefoonplagerijen: ca. 30 nieuwe gevallen

per maand;

- het registreren van de standen van de abonnee-tellers ten behoeve van de notavervaardiging: iedere centrale, eens in de 2 maanden.

Onderhoud en beheer

Naast de eerder genoemde handelingen ten behoeve van de abonnee-exploitatie, zijn de voornaamste aktiviteiten van het EOC via het PMT-systeem:

- draaien van testprogramma's in de PRX-centrales voor onderhoudsdoeleinden;
- verzorgen van metingen van het telefoonverkeer voor het zgn. Verkeersbureau; deze afdeling krijgt binnenkort hiervoor een eigen terminal;
- dumpen van centrale-gegevens (geheugendump). Deze dump is van belang indien bij een storing een processor opnieuw geladen moet worden waarvoor een zo up-to date mogelijk bestand van abonneedata verkieslijk is;
- reageren op alarmmeldingen (ca. 30 per etmaal);
- onderzoeken en opheffen van storingen.

Het storingscentrum van het EOC wordt 100 à 150 maal per dag gebeld voor het geven van informatie, veelal in verband met het onderzoek van klachten of storingen. Raadpleging van abonneedata via het PMT-systeem is dan in vele gevallen noodzakelijk.

ERVARINGEN EN WAARDERING VAN DE GEBRUIKERS

Hier zal worden voorbijgegaan aan de voordelen die het "beheer op afstand" van telefooncentrales biedt.

Deze zijn al eens eerder beschreven (2). We beperken ons tot de toegevoegde waarde van uitsluitend het PMT-systeem zelf. Allereerst zal nog in het kort de situatie worden aangegeven, indien geen PMT-systeem voorhanden is.

Situatie zonder PMT-systeem

Deze toestand wordt gekarakteriseerd door het feit dat alleen het EOC toegang tot de PRX-centrales heeft.

Voor het EOC geldt dan:

- communicatie met de PRX-centrales via een batterij verreschrijvers, nl. één verreschrijver per centrale;
- op ieder verreschrijver staan alle inkomende en uitgaande berichten van de bijbehorende centrale uitsluitend in tijdsvolgorde op het papierblad afgedrukt. Een logische groepering van de berichten ontbreekt daardoor;
- het inlezen van programma's voor onderhoud en exploitatie moet ter plekke in de centrale gebeuren, alsook het dumpen van tellerstanden en centrale-gegevens;
- alle exploitatieve transakties moeten door het personeel van het EOC worden uitgevoerd.

Situatie met PMT-systeem

De administratieve afdelingen hebben het merendeel van de exploitatieve transakties van het EOC overgenomen. Deze afdelingen zijn hiermee zeer ingenomen.

Het geeft hun extra voldoening, omdat men nu een groter deel van het proces zelfstandig kan afhandelen en ook in staat is sneller te reageren, waardoor de service aan de klant toeneemt. Dit laatste is b.v. het geval als abonnees bij achterstallige betaling worden afgesloten. Een groot deel betaalt dan snel en verzoekt om onmiddellijk weer te worden aangesloten.

Bij telefoonwinkels in postkantoren loopt men dan direct, na betaling aan het geldloket door naar de telefoonbalie. Betreft het eén PRX-aansluiting, dan is een telefoontje vanuit de winkel naar de administratie voldoende om de aansluiting via de terminal weer in bedrijf te stellen. De abonnee kan bij thuiskomst dan alweer telefoneren.

Het verdwijnen van exploitatieve transakties bij het EOC wordt door het personeel als een opluchting ervaren. Men beschouwde dit werk toch als wezensvreemd t.o.v. hun eigenlijke taak.

Andere positieve reakties van het EOC hebben betrekking op de volgende mogelijkheden van het PMT-systeem:

- concentratiefunctie; de vervanging van de batterij verreschrijvers door één terminal bespaart veel tijd en onnodig geloop;
- sorteerfunctie; de in het geheugen opgeslagen berichten kunnen nu gesorteerd worden opgeleverd. In de oude situatie stond rijp en groen dooreen op papier; het uitzoeken van bij elkaar horende berichten was daardoor zeer omslachtig en tijdrovend;
- archieffunctie; het opzoeken van oude berichten in het totale bestand is sterk vereenvoudigd door het kunnen hanteren van een opzoekargument. In de oude situatie moest de hele papierband worden doorgesnuffeld;
- alarmfunctie; de presentatie van PRX-alarmen op één beeldscherm bevordert een doelgericht inzetten van personeel. Het verwaarlozen van alarmen is praktisch niet meer mogelijk.

Papierbandlezer en pons op afstand

Het op afstand kunnen benutten van de papierbandlezer en pons, vooruitlopend op de indienststel-

ling van het middensnelle datanet (MSDN) is door het EOC-personeel als een enorme stap vooruit ervaren. Nu kunnen programma's voor onderhouds- en exploitatiedoeleinden op afstand worden ingelezen, en massa-gegevens zoals tellerstanden op afstand worden uitgeponst.
Voordelen:

- grote tijdwinst doordat het reizen naar de centrales voor deze akties niet meer aan de orde is (een besparing in de orde van 2 à 3 man);
- uitkomsten van de ingelezen programma's komen centraal in het EOC beschikbaar, waardoor een betere inzet van personeel en materieel mogelijk wordt;
- geen gesjouw met zware pons/leesapparatuur (deze is nl. niet als standaard in de centrale aanwezig).

De lezer en pons worden momenteel ca. 5 maal per dag benut.

Operationeel worden van het MSDN houdt nog een verdere vooruitgang in:

- programma's liggen in het schijfgeheugen opgeslagen en zijn direct inzetbaar (het werken met papierband is omslachtiger);
- betrouwbaarder door het ontbreken van ponsfouten (bandpons is nogal kritisch met betrekking tot mechanische afregeling).

Automatische oproep waakdienstpersoneel

Deze faciliteit van het PMT-systeem is op dit moment nog niet operationeel.

BESCHIKBAARHEIDSGRAAG VAN HET PMT-SYSTEEM

Het systeem kan buiten bedrijf zijn door een systeemuitval dan wel door werkzaamheden ten behoeve van modificaties aan het systeem.

Systeemuitval is een te verwaarlozen factor voor de gebruikers (in de afgelopen maand september bedroeg de totale uitvalstijd slechts 11 minuten).

Daar het PMT-systeem in Utrecht de rol van proefsysteem heeft, worden regelmatig nieuwe functies operationeel gemaakt, waardoor het systeem voor enige tijd, b.v. een uur, buiten bedrijf kan gaan, al dan niet voorzien.

Het systeem is dan niet toegankelijk voor de gebruikers, hetgeen als hinderlijk wordt ervaren.

Een handicap van geheel andere aard is de stagnatie die ontstaat als meer gebruikers gelijktijdig met dezelfde centrale willen communiceren. Als het EOC b.v. bezig is met een onderhoudstransaktie, die in het algemeen nogal tijd vraagt, moeten de exploitatieve afdelingen hun transakties opzouten tot de verbinding met de betrokken centrale weer vrij is.
In spoedgevallen neemt men dan met het EOC contact op om de lopende transakties zo nodig te onderbreken.
Deze stagnatie is niet inhaerent aan het PMT-systeem, maar is bepaald door de communicatieprocedure van de PRX-centrales.

NIEUWE WENSEN VAN DE GEBRUIKERS

Nu men met de voordelen van het PMT-systeem vertrouwd raakt, ontstaan er behoeften om nog meer vruchten van het systeem te plukken.
Men zoekt naar wegen om lasten van de massa-administratie te verlichten, alsook naar een grotere zelfstandigheid in de taakuitoefening van de eigen afdeling.
Het ligt in de bedoeling deze wensen in te brengen in een nog te stichten landelijke gebruikersgroep, die een oplossing zal moeten aangeven voor algemeen gevoelde behoeften.

CONCLUSIE

De ervaringen met het PMT-systeem zijn bijzonder goed te noemen. Operationeel voldoet het geheel aan de verwachtingen die aan de opzet van het systeem ten grondslag lagen.
De gebruikers van het systeem zijn erg tevreden over de geboden mogelijkheden en willen graag op de ingeslagen weg verder gaan. Vergelijken we deze positieve geluiden met de kritiek die i.h.a. wel inzake administratieve automatisering wordt gehoord, dan zijn de volgende faktoren mogelijk van belang:

- de gebruiksspecificatie van het systeem is opgesteld in nauw overleg met de gebruikers zelf;
- de besparingen aan manuren door het systeem hebben betrekking op werkzaamheden die men liever kwijt dan rijk is;
- taken werden op het punt van verantwoordelijkheid niet uitgehold, het tegendeel is eerder het geval;
- hoge betrouwbaarheid voor de gebruikers door de professionele opzet van het systeem.

Kortom, het PMT-systeem wordt ervaren als een nuttig stuk gereedschap, waarmee de te verrichten taken doelmatiger en met meer voldoening kunnen worden uitgevoerd.

LITERATUUR

(1) G. Alkhoven, e.a. - "Het ITCIS-project van de PTT" - Informatie, 20, 1978, nr. 7/8, pag. 417 t/m 509.

(2) ir. G.A. Joosten, - "Programmabestuurde telefooncentrales - consequenties voor de bedrijfsvoering van de telefoondiensten" - De Ingenieur, 88, 1976, nr. 26, pag. 550 t/m 553.

Voordracht gehouden op 24 oktober 1978 in het PTT vergadercentrum te Utrecht, tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG (nr. 274), de sectie voor Telecommunicatietechniek KIvI, en het Genootschap van Ingenieurs der PTT.

CHRISTIAAN HUYGENS (1629-1695) HEER VAN ZEELHEM

E. Goldbohm
Christiaan Huygens Laboratorium Noordwijk

Er zijn de laatste tijd verschillende publicaties verschenen [1],[2] naar aanleiding van het feit, dat het 14 april a.s. 350 jaar geleden zal zijn dat deze beroemde landgenoot het levenslicht aanschouwde. De schrijvers vestigen de aandacht op het feit, dat deze man - één van de grootste geleerden die ons land ooit heeft voortgebracht en die ook in zijn eigen tijd als universeel genie is erkend - zowel in ons land als ook elders als zodanig nauwelijks bekendheid geniet. Sommigen schrijven dit toe aan een aantal eigenschappen, die hem wellicht minder populair maakten, zoals zijn perfectionisme en punctualiteit. Hij had de gewoonte elke dag bij de dageraad op te staan, was nooit te laat voor een afspraak en was onverdraagzaam tegenover hen die niet aan zijn verwachtingen beantwoordden! Hij zou weinig vrienden hebben gehad en bleef zijn gehele leven vrijgezel. Toch was hij geenszins "weltfremd". Van de in 1955 voltooide uitgave van zijn verzamelde werken, die een royale boekenplank vullen met 22 delen, is bijna de helft gewijd aan correspondentie met zijn familie en geleerde tijdgenoten. Hij leerde latijn, grieks, frans en italiaans en correspondeerde op zijn 12e jaar even vlot met zijn vader in het latijn als in zijn moedertaal! Maar hij bekwaamde zich ook in dansen en paardrijden, leerde viola da gamba, de luit en de clavecimbel bespelen en componeerde nieuwe muziek, onlangs nog in Nederland uitgevoerd. Van hem is ook afkomstig het in 31 intervallen verdeelde octaaf. Vrijwel alles ging hem gemakkelijk af, maar de meeste belangstelling had hij toch voor de wiskunde (waartoe ook astronomie en mechanica werden gerekend), die hem werd onderwezen door Frans van Schooten, beroemd wiskundige en volgeling van Descartes.

In 1645 ging hij met zijn broer Constantijn rechten studeren in Leiden, voorbestemd om evenals zijn vader een carrière als diplomaat te volgen. Twee jaar later verhuisde hij met zijn broer Lodewijk naar Breda om zijn studies aan het Oranje college, door Frederik Hendrik gesticht, te voltooien. Hij maakte die studie echter niet af en legde zelfs geen examens af, de wiskunde boeide hem meer dan de droge rechtenstudie. Behoudens een bezoek aan Denemarken als secretaris van graaf Hendrik van Nassau heeft hij geen diplomatieke missies vervuld. Daarom kan het ons verbazen, dat hij in 1655 een doctoraat in de rechten kocht in de franse stad Angers, zoals dat in die tijd wel meer gebeurde.

Ongetwijfeld is zijn brede ontwikkeling in belangrijke mate bevorderd door zijn vader, die secretaris van achtereenvolgens Frederik Hendrik en Willem II was, regelmatig de Franse en Engelse Hoven bezocht en behalve als diplomaat ook bekendheid genoot als dichter. Hij stelde belang in de wetenschappen en ontmoette veel van haar beoefenaren. Zo was Descartes na zijn vestiging in de Nederlanden in 1628 een graag geziene gast in Huize Huygens.

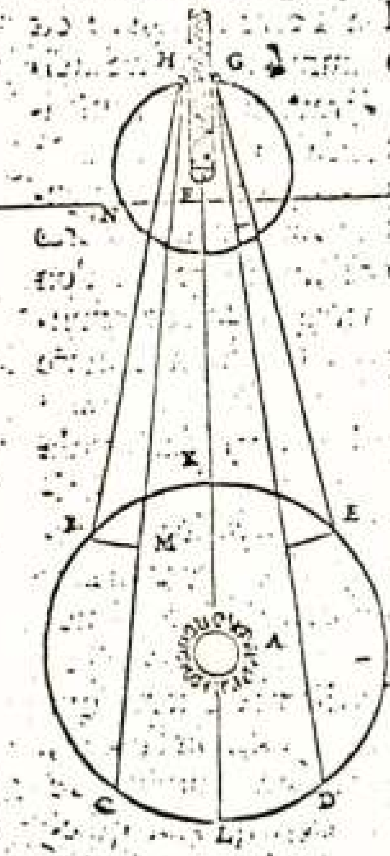
De moeder van Huygens, Suzanne van Baerle overleed toen hij 8 jaar was. Zou hij later minder eenzaam zijn geworden als zij hem langer haar liefde had kunnen schenken?

In de zomer van 1655 verbleef hij in Parijs, een stad die hem geweldig fascineerde en waar hij in Huize Montmor talloze beroemdheden zoals Gassendi en de wiskundige Roberval ontmoette. Uit die periode dateert zijn studie over kansspelen (1660 uitgegeven in het Nederlands). In 1660 reisde hij voor de tweede maal naar Parijs. Hij werd ditmaal door Lodewijk XIV in audiëntie ontvangen.



ment de tous les sujets de Physique, & qui assurément y a beaucoup mieux reussi que personne devant luy, n'a rien dit qui ne soit plein de difficultez, ou mesme inconcevable, en ce qui est de la Lumiere & de ses proprietez.

Mais ce que je n'employois que comme une hypothese, a receu depuis peu grande apparence d'une verité constante, par l'ingenieuse demonstration de Mr. Romer que je vay rapporter icy, en attendant qu'il donne luy mesme tout ce qui doit servir à la confirmer. Elle est fondeé de mesme que la precedente sur des observations celestes, & prouve non seulement que la lumiere employe du temps à son passage, mais aussi fait voir combien elle employe de temps, & que sa vitesse est encore pour le moins six fois plus grande que celle que je viens de dire.



Il se sert pour cela des Eclipses que souffrent les petites Planetes qui tournent autour de Jupiter, & qui entrent souvent dans son ombre; & voicy quel est son raisonnement. Soit A le soleil, BCDE l'orbe annuel de la Terre, F Jupiter, GN l'orbite du plus proche de ses Satellites, car c'est cetuy cy qui est plus propre à cette recherche qu'aucun des trois autres, à cause de la vitesse de sa revolution. Que G soit ce Satellite entrant dans l'ombre de Jupiter, H le mesme sortant de l'ombre.

Supposé donc que la Terre estant en B, quelque temps devant la derniere quadrature, l'on ait veu sortir ledit Satellite de l'ombre, il faudroit, si la Terre demeuroit en ce mesme lieu, qu'apres 42 heures & demie

demie l'on vist encore une pareille emersion; par ce que c'est le temps dans lequel il fait le tour de son orbite, & qu'il revient à l'opposition du Soleil. Et si la Terre demeuroit tousjours en B pendant 30 revolutions, par exemple, de ce Satellite, elle le verroit encore sortir de l'ombre apres 30 fois 42 heures & demie. Mais la Terre s'estant transportée pendant ce temps en C, en s'éloignant d'avantage de Jupiter; il s'ensuit que si la lumiere employe du temps à son passage, l'illumination de la petite planete sera aperceuë plus tard en C qu'elle ne l'auroit esté en B, & qu'il faut adjouter, à ce temps de 30 fois 42 heures & demie, encore celuy qu'emploie la lumiere à passer l'espace MC, difference des espaces CH, BH. De mesme vers l'autre quadrature quand la Terre depuis D est venue en E, en s'approchant de Jupiter, les immersions du Satellite G dans l'ombre doivent s'observer auparavant en E, qu'elles n'auroient paru si la Terre estoit demeurée en D.

Or par quantité d'observations de ces Eclipses, faites pendant dix ans consecutifs, ces differences se sont trouvées tres considerables, comme de dix minutes, & d'avantage, & l'on en a conclu que pour traverser tout le diametre de l'orbe annuel KL, qui est le double de la distance d'icy au soleil, la lumiere a besoin d'environ 22 minutes de temps.

Le mouvement de Jupiter dans son orbite, pendant que la Terre passe de B en C, ou de D en E, est compris dans ce calcul; & l'on fait voir qu'on ne peut point attribuer le retardement de ces illuminations, ni l'anticipation des Eclipses à l'irregularité qui se trouve au mouvement de cette petite planete, ni à son excentricité.

Que si l'on considere la vaste étendue du diametre KL, qui selon moy est de quelques 24 mille diametres de la Terre, l'on connoitra l'extreme vitesse de la lumiere. Car supposé que KL ne soit que de 22 mille de ces diametres, il paroit qu'e-

stants

nué en DCF; & il est clair qu'il n'y aura que l'endroit C de l'onde KCL qui touchera l'onde DCF, sçavoir celuy qui est dans la droite menée par AB. De mesme les autres particules comprises dans la sphere DCF, comme *bb*, *dd* &c. auront fait chacune son onde. Mais chacune de ces ondes ne peut estre qu'infiniment foible compareé à l'onde DCF, à la composition de laquelle toutes les autres contribuent par la partie de leur surface qui est la plus éloignée du centre A.

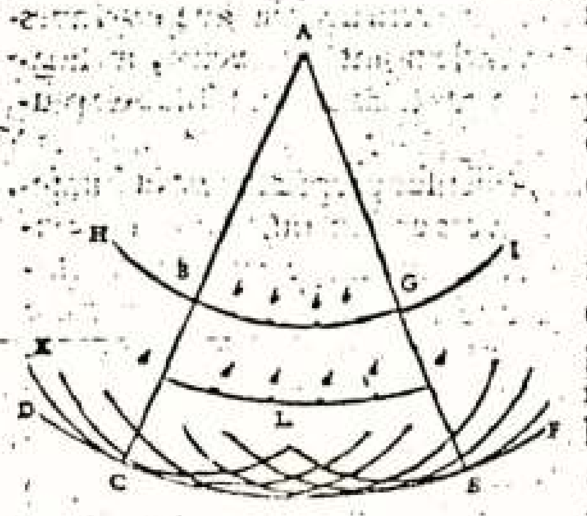
L'on voit de plus que l'onde DCF est determineé par l'extremité du mouvement, qui est sorti du point A en certain espace de temps; n'y ayant point de mouvement au de là de cette onde, quoy qu'il y en ait bien dans l'espace qu'elle enferme, sçavoir dans les parties des ondes particulieres, lesquelles parties ne touchent point la sphere DCF. Et tout cecy ne doit pas sembler estre recherché avec trop de soin, ni de subtilité; puisque l'on verra dans la suite, que toutes les proprietez de la lumiere, & tout ce qui appartient à sa reflexion & à sa refraction, s'explique principalement par ce moyen. C'est ce qui n'a point esté connu à ceux qui cy-devant ont commencé à considerer les ondes de lumiere, parmy lesquels sont Mr. Hook dans sa Micrographie, & le P. Pardies. qui dans un traitté dont il me fit voir une partie, & qu'il ne pût achever estant mort peu de temps aprés, avoit entrepris de prouver par ces ondes les effets de la reflexion & de la refraction. Mais le principal fondement, qui consiste dans la remarque que je viens de faire, manquoit à ses demonstrations, & il avoit dans le reste des opinions bien differentes des miennes, comme peut estre l'on verra quelque jour si son écrit s'est conservé.

Pour venir aux proprietez de la lumiere; remarquons premierement que chaque partie d'onde doit s'étendre en sorte, que les extremitez soient tousjours comprises entre les mesmes lignes droites tirées du point lumineux. Ainsi la partie d'onde

BG,

BG, ayant le point lumineux A pour centre, s'étendrá en l'arc CE, terminé par les droites ABC, AGE. Car bien que les ondes particulieres, produites par les particules que comprend l'espace CAE, se repandent aussi hors de cet espace, toutesfois elles ne concourent point en mesme instant, à composer ensemble une onde qui termine le mouvement, que precisement dans la circonference CE, qui est leur tangente commune.

Et d'icy l'on voit la raison pourquoy la lumiere, à moins que ses rayons ne soient reflechis ou rompus, ne se repand que par des lignes droites, en sorte qu'elle n'éclaire aucun objet que quand le chemin depuis sa source jusqu'a cet objet est ouvert suivant de telles lignes. Car si, par exemple, il y avoit une ouverture BG, borneé par des corps opaques BH, GI, l'onde de lumiere qui sort du point A sera tousjours termineé par les droites AC, AE, comme il vient d'estre demonstré: les parties des ondes particulieres, qui s'étendent hors de l'espace ACE, estant trop foibles pour y produire de la lumiere.



Or quelque petite que nous fassions l'ouverture BG, la raison est tousjours la mesme pour y faire passer la lumiere entre des lignes droites; parce que cette ouverture est tousjours assez grande pour contenir un grand nombre de particules de la matiere etherée, qui sont d'une petitesse inconcevable; de sorte qu'il paroit que chaque petite partie d'onde s'avance necessairement suivant la ligne droite qui vient du point luisant. Et

C 2 c'est

Op reis in Engeland in 1663 viel hem de eer te beurt benoemd te worden tot lid van de Royal Society. Intussen was in Frankrijk minister Colbert - in navolging van de Royal Society - ook bezig van Frankrijk een cultureel en wetenschappelijk centrum par excellence te maken, ter meerdere glorie van Lodewijk naar wij mogen aannemen. Hij deed dit door met stipendia een kring van kunstenaars en geleerden aan zich te binden. Dit leidde tot de oprichting in 1666 van de Académie des Sciences, waaraan Christiaan vanaf de oprichting leiding gaf.

Met onderbrekingen van tweemaal één jaar door ziekte verbleef hij tot 1681 in Parijs, waarna hij voorgoed naar zijn woning "Hofwijck" in Voorburg terugkeerde. Aanvankelijk door zijn slechte gezondheid en later, in 1685, door de opheffing van het Edict van Nantes (dat de Hugenoten godsdienstvrijheid verleende sinds 1598) was hij als Protestant niet meer welkom in de Franse hoofdstad en zag hij af van een terugkeer. Toch was zijn Parijse tijd door de veelvuldige contacten met eminente geleerden en cultuurdragers, de vrijheid van geldzorgen en het aanzien dat hij genoot, een geweldige stimulans voor hem geweest. Geen wonder dan ook, dat hij zijn belangrijkste werk uit die periode *"Horologium Oscillatorium"*, dat in 1673 werd uitgegeven, aan de Zonnekoning opdroeg. Dat werd hem in de Nederlanden overigens niet in dank afgenomen. Immers een jaar tevoren waren de Franse legers van diezelfde Zonnekoning ons land binnengerukt, hetgeen aanleiding werd tot het ontstaan van het beruchte rampjaar met de drie r's! Daar hij niet in politiek geïnteresseerd was, kon hij nauwelijks van collaboratie beticht worden. Wellicht was ons land, in de bloeitijd van de gouden eeuw toonaangevend in Europa, toch meer een land van kooplieden dan van geleerden! En zo lijkt het te zijn gebleven.
Een ander beroemd werk uit de Parijse periode dient nog genoemd te worden, t.w. *"Traité de la Lumière"*, dat eerst in 1690 werd uitgegeven en waaraan enkele facsimilé in dit artikel zijn ontleend.

Alvorens aan deze uitgaven meer aandacht te besteden, volgt hieronder nog een onvolledige opsomming van originele werken waarmee Huygens zich onderscheidde. Werken, die nogmaals zijn brede belangstelling onderstrepen en waaruit ook blijkt dat hij zich later afwendde van pure wiskunde en de experimentele fysica meer en meer in zijn studies betrok.

Filosofisch kan Huygens geplaatst worden tussen de *rationalisten*, die de rede als bron van alle kennis opvatten en de *empiristen*, die alleen de door ervaring, d.w.z. waarneming en experimenten, verkregen kennis betrouwbaar achtten. Hij was één der weinigen in zijn tijd die beide beschouwingen in zijn werk opnam en hij kan dus als direkte voorloper van de huidige benadering beschouwd worden.
Hij stelde, dat een hypothese waarschijnlijker is naarmate deze door meer "phenomènes" wordt bevestigd. Maar ook, dat slechts één verschijnsel, dat er niet meer correspondeert, haar houdbaarheid absoluut vernietigt! Overigens nam hij voor zijn verklaringen, in overeenstemming met de heersende opvatting, een mechanistisch standpunt in.

Andere werken:
In 1951 publiceerde hij een traktaat over de kwadratuur van de kegelsneden, drie jaar later over de kwadratuur van de cirkel. Hij bestudeerde de val- en slingerbeweging met als bekroning de realisatie van talrijke goed lopende uurwerken, dynamica van vaste lichamen, botsing van volkomen veerkrachtige vaste lichamen (met wet van behoud van impuls, energie en de relativiteit van de beweging), zwaartekracht *(Cause de la pésanteur)*, Optica (theorie van lenzen en samen met broer Constantijn het slijpen van lenzen, vervaardiging van telescopen en microscopen), stoottheorie gewoonlijk undulatietheorie genoemd, berekening van de lichtsnelheid, ontdekking van de ring van Saturnus (1655) en haar maan Titan.
Hij werkte ook aan een luchtpomp en een explosiemotor, die met buskruit werkte.

Zoals hierboven reeds is gezegd, wil ik hier echter in het bijzonder aandacht besteden aan enkele van zijn belangrijke werken, die ook de leden van ons genootschap zouden kunnen interesseren, te weten:
1) De bepaling van de lichtsnelheid.
2) De voortplanting van licht (Principe van Huygens).
3) De buiging, breking en reflektie van licht en de ontdekking van polarisatie van het licht.
4) Het principe van het Isochronisme.

ad 1)
Uit de tienjarige waarnemingsreeks van de Deense Astronoom Rømer van de eclipsen van de meest nabije maan van Jupiter (zie copie pag. 7/8 uit *Traité de la Lumière* op de volgende bladzijde) concludeerde hij, dat het licht 22 minuten nodig heeft om de diameter van de baan van de aarde om de zon te doorlopen. Dit komt ongeveer uit op c = 230.000 km/sec., een voor die tijd nauwelijks acceptabele grote waarde.

ad 2)
De werking op afstand van het e.m.veld, zoals wij die sinds Maxwell hanteren, kende Huygens niet. Hij postuleerde een aether, waarvan de deeltjes door middel van volkomen veerkrachtige botsingen een effect konden overbrengen. De deeltjes lagen tegen elkaar aan en kregen trillingen medegedeeld. De botsingstheorie, die hij in zijn dynamica gebruikte vormde daartoe het uitgangspunt. De proeven van Torricelli in het luchtledig brachten hem tot de conclusie, dat licht wél maar geluid niet in vacuum werd voortgeplant. Volgens zijn mechanistische opvattingen kon dat alleen als de ruimte tussen eventuele massadeeltjes geheel werd opgevuld door aetherdeeltjes.

Beide soorten deeltjes gaven de verstoringen door, zij het op verschillende wijze (ébranlement). Hij toonde aan dat aldus het licht zich in sferische golven uitbreidt en dat eenzelfde deeltje de trillingen van meerdere "golven" tegelijkertijd kan doorgeven. Uit die stoottheorie volgt, dat elk deeltje dat door een stoot in trilling raakt weer als een bron van nieuwe sferische golven kan worden opgevat. Dit nu is het z.g. Principe van Huygens! (zie copie pag. 18/19 uit *Traité de la Lumière* op de vorige bladzijde).
Ofschoon dit principe op eenvoudige wijze laat verklaren, dat ook golven zich in het schaduwgebied van een scherm voortplanten, achtte hij deze door Grimaldi gedane ontdekking van de buiging van het licht (1666 posthuum gepubliceerd) te zwak om licht te kunnen veroorzaken. Hij stelt dus duidelijk, dat het licht zich rechtlijnig voortplant!

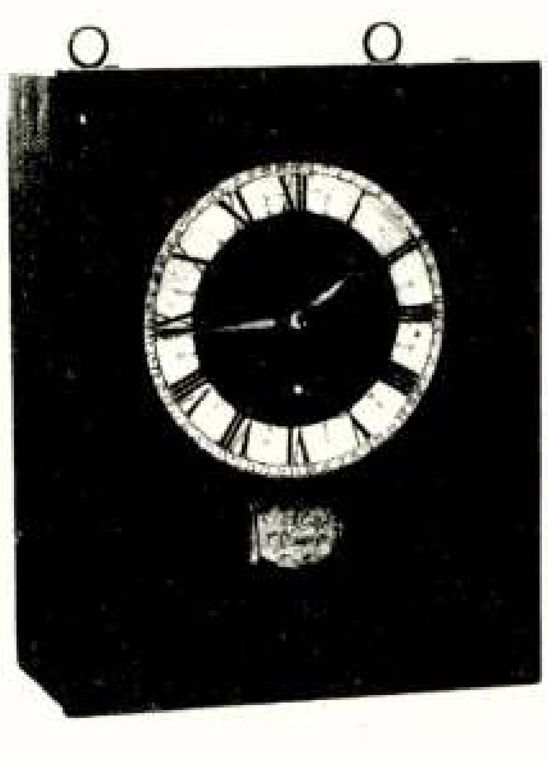
Huygens bedient zich meerdere malen van de aanduiding *"ondulation"* en *"ondes"*, terwijl hij in zijn stoottheorie nergens een harmonische trilling aanneemt. Toch is het Principe van Huygens ook vandaag nog een essentieel gereedschap voor het ontwerp van gerichte antennes. Uit de bekende veldverdeling op een al of niet bolvormig oppervlak rondom een antenne kan d.m.v. een Fourier transformatie het verre of Fraunhoferveld worden berekend [4].

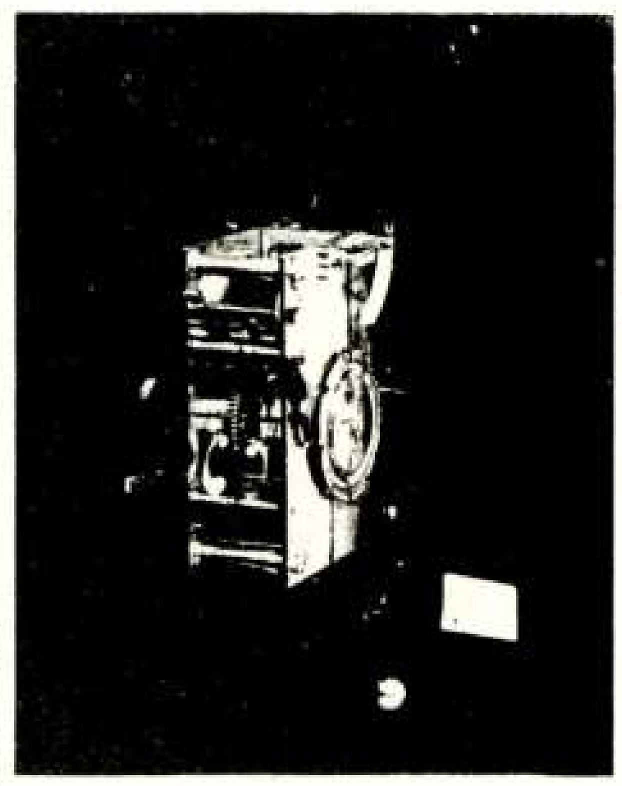
ad 3)
T.a.v. de breking van lichtgolven had Huygens opgemerkt, dat in de atmosfeer breking, d.w.z. verandering van de richting van het golffront, optreedt. Het manifesteerde zich in kimverheffing ("dampheffing" volgens Huygens) en kimduiking, verschijnselen, die hij kende en die hij toeschreef aan de toestand van die atmosfeer (dageraad, middag en avond) als gevolg van de variatie in dichtheid van de waterdamp in de lucht en de afnemende dichtheid als funktie van de hoogte in het algemeen.
Hij stelt dan, dat de waterdampdeeltjes t.o.v. de aetherdeeltjes:*"Soient d'un ressort moins prompt que celles-ci; ou que la rencontre, & l'embarras que ces parties d'air & d'eau donnent à la propagation du mouvement des particules etherées, en retarde le progrez"*. Voor de breking in vaste stof en vloeistof gelden uiteraard gelijke overwegingen. De reflektie wetten volgen weer uit de botsingstheorie voor volkomen veerkrachtige deeltjes. De buiging is feitelijk inherent aan het principe van Huygens, zoals hierboven uiteengezet.

Van de observaties en verklaringen opgetekend in *"Traité de la Lumière"* is echter de waarneming van de dubbele breking in het *"cristal d'islande"*,ontleend aan het werk van Bartholin (1669), het meest opzienbarend. Het is de kroon op zijn mechanistisch fysische benadering, daar hij het verschijnsel bevredigend wist te verklaren. Naast de gewone voortplanting en breking in het kristal wordt nog een tweede voortplanting aangenomen, waaraan naast de aetherdeeltjes ook de kristaldeeltjes medewerken. De eerste geeft aanleiding tot de gewone gebroken straal, met sferische golven; de tweede of buitengewone straal bezit een voortplantingssnelheid die richtingsafhankelijk is; de golfoppervlakken hebben de gedaante van de omwentelingsellipsoïde. Door het licht van een eerste kristal op een tweede te laten vallen, stelt hij vast dat de uittredende straal een zekere dispositie heeft gekregen, waardoor in het tweede kristal het licht in verschillende standen steeds anders beïnvloed wordt (zoals bij gekruiste nicolls).

Daar Huygens het begrip trilling van hetzij longitudinale of transversale golven niet gebruikte, kwam hij er niet toe het verschijnsel in de polarisatietoestand van de trillingen te zoeken. Hij werkte immers met stoten van aetherdeeltjes, die elkaar met ongelijke tussenpozen opvolgen.

ad 4)
27 jaar vóór Huygens geboorte vond Galileo het principe van de slingerbeweging, d.w.z. de slingertijd is onafhankelijk van de slingeramplitudo, doch wel afhankelijk van de slingerlengte! Hij verkocht de slingertoestellen aan dokters in Pisa, die ze gebruikten - na instelling van de lengte van de slinger - voor de kontrole van de pols van hun patienten!





STUDIO MUNTZ

Aan Huygens komt de eer toe dit z.g. principe van het Isochronisme uitgediept, wiskundig geformuleerd en de kleine afwijking die ontstaat bij grotere amplitudo gecorrigeerd te hebben. Dit laatste bereikte hij door met cycloïde boogjes aan weerszijden van de slingerarm (opgehangen aan een leren bandje) de slingerlengte te corrigeren bij grotere uitwijkingen van de slinger! Deze theoretisch juiste correctie had evenwel niet veel praktische betekenis: de vochtgevoeligheid van het leer maakte de slinger onnauwkeuriger dan zonder correctie.
De Haagse klokkenmaker Salomon Coster maakte volgens het Huygens patent 30-40 van zulke uurwerken.

Ze zijn momenteel zeer schaars (nog maar 5 stuks). Eén bevindt zich in het Boerhave museum in Leiden, één recente vondst uit Engeland is tentoongesteld in het museum Zaanse Schans, de antiquair Wijnen vond er één op de Parijse Vlooienmarkt en kocht er één van een particulier in Den Haag. De klokjes, die vroeger ƒ50,- tot ƒ130,- kostten brengen nu ƒ100.000.- op.
Ook kerkklokken werden volgens hetzelfde principe gebouwd (Scheveningen en de Dom in Utrecht o.a.).

Huygens heeft zich bijzondere inspanning getroost om ook een nauwkeurig slingeruurwerk voor gebruik op zee te vervaardigen. Dit was cardanisch opgehangen en diende om d.m.v. nauwkeurige tijdmeting de lengte van de scheepspositie te bepalen [5]. Tijdens langdurige zeereizen o.a. van Den Helder naar Kaap de Goede Hoop werd de gang van het uurwerk nauwgezet gevolgd. Hij paste zelfs korrekties toe voor het verschil in zwaartekracht op verschillende breedten veroorzaakt door de variërende centrifugale krachten met de breedtegraad. Immers de slingerperiode is: $T = \pi\sqrt{l/g}$ (g varieert van de pool met 9,83 tot de evenaar met 9,78 m/sec^2). Door de versnellingen veroorzaakt door het stampen en gieren van het schip voldeed de tijdmeting echter niet aan de verwachting, zodat de door de Koning van Spanje uitgeloofde prijs hem niet toeviel!

Curieus is het feit, dat Huygens toen al de lengte van de <u>secondeslinger</u> als <u>standaard</u> van <u>lengte</u> voorstelde (ca. één meter), zo rotsvast was hij overtuigd van de nauwkeurigheid en reproduceerbaarheid van de slingertijd T. Ofschoon dit in Engeland serieus werd overwogen was het probleem, dat ook de seconde niet nauwkeurig bekend was. Ruim 3 eeuwen later zou men de wijsheid inzien van de keuze van een isochrone trilling als maatstaf voor de eenheid van lengte t.w.: 1650763.73 golflengten van de overgang van $2p_{10}-5d_5$ in ^{86}Kr.

Nu dragen wij kwarts-polshorloges, die enkele seconden fout hebben per week en de atoomklokken, die gebruikt worden voor de Navigatiesystemen Omega en Loran-C, maken het mogelijk - over langere tijd binnen een kleine fraktie van een microseconde - de gelijkloop van 2 klokken te verzekeren, die duizenden mijlen van elkaar verwijderd zijn. Wij nemen de hoed af voor de man die hiertoe de stoot gaf.
Huygens ontwikkelde ook een horloge met onrust, dat een Engelsman Harrison er 100 jaar later toe bracht een scheepschronometer ter grootte van een zakhorloge te realiseren met een nauwkeurigheid van 7.10^{-7}. Harrison verdiende daarmee de door de Engelse regering uitgeloofde prijs van £20.000.-.

Het is triest te beseffen, dat deze grote Nederlander een uitermate tragisch einde vond. Hij werd ernstig ziek in maart 1695 en stierf gefolterd en gepijnigd door zijn kwaal in juli 1695. Psychisch was de kwelling zo mogelijk nog erger. Hij was het slachtoffer van zijn kritische intelligentie geworden; iemand met een wanhopige behoefte aan een geloof, dat hij niet bij machte was te belijden. Iemand, die hem wilde bekeren tot het katholicisme kreeg te horen: "U schrijft met gezag over de H. Schrift, die men veranderd kan hebben, over mensen die zouden hebben kunnen dwalen: hoe ver is dat verwijderd van de helderheid van een wiskundig bewijs?"

<u>Literatuur</u>:

[1] Christiaan Huygens (1629-1695). Intermediair 23-2-'79.

[2] Het incomplete wereldbeeld.N.R.C. Cultureel Supplement 9-3-'79; R. Kousbroek.

[3] Oeuvres complètes de Christiaan Huygens, publiées par la Société Hollandaise des Sciences Den Haag 1888-1950.

[4] De meting van eigenschappen van microgolfantennes, E. Goldbohm; Tijdschrift van het NERG, deel 38, no. 1-2.

[5] Truth is the only daughter of time, E. Goldbohm; inaugurele rede 1975 Delftse Universitaire Pers.

[6] De mechanisering van het wereldbeeld, E.J. Dijksterhuis,1975 Amsterdam.

[7] Traité de la Lumière, Huygens 1690.

<u>Evenementen</u>:

- Museum Boerhave Leiden 14 april - 16 september 1979, <u>Tentoonstelling</u>.
- Huygens <u>Symposium</u> 22-25 augustus 1979 Amsterdam, georg. door Ned. Akademie van Wetenschappen, inl. Dr.H.J.M. Bos, Mathem. Instituut, Budapestlaan 6, Utrecht.
- Lezingen in Parijs, Institut Néerlandais hebben in maart '79 plaatsgevonden.



De werkvergadering over Radar, werd geopend door de nestor der nederlandse radartechniek

Prof. Jhr. Ir. J.L.W.C. von Weiler

In zijn terugblik op de ontwikkelingen van kort voor de oorlog kwamen de 70 cm radars ter sprake, waarvan er een in de laatste oorlogsdagen in mei 1940 naar Engeland is overgebracht.
Er werd een inzicht gegeven over de proefnemingen op radargebied gedurende de oorlog.
Een vollediger verslag van de hand van de spreker zal in het volgende nummer worden afgedrukt.

THE DESIGN, CONSTRUCTION AND TEST RESULT OF THE CAISSA PLANAR SPACE FED PHASED ARRAY ANTENNA

J. SNIEDER *

ABSTRACT

The design, construction and test results of the CAISSA antenna with 850 radiating elements are given. The elements are open-ended rectangular waveguides, placed in a triangular grid. The antenna has been tested from 5.4 to 5.9 GHz to a maximum scan angle of 60°. A multimode feed horn is used. The production results of the phase shifters and methods of how to reduce the spread in insertion phase are mentioned. The influence of the rms error on the sidelobe level is discussed. A special far-field measuring method for quickly measuring antenna radiation patterns has been used. Experimental results are given regarding beamwidth, gain, sidelobe level and monopulse as a function of scan angle and frequency. The graceful degradation of a phased array antenna due to at random failing elements is demonstrated.

INTRODUCTION

After many years of research on phase shifters, behaviour of array elements in arrays (mutual coupling etc.), a planar phased array antenna was designed with 850 ferrite phase shifters and the construction was started in 1972. About 60 persons have contributed in one way or the other to the design and construction of the CAISSA antenna. A space fed array was chosen because this was considered to be the minimum cost approach. Its reduced control of aperture illumination was accepted as a disadvantage at that time but turned out to be quite acceptable in practice.

THE DESIGN AND CONSTRUCTION OF THE CAISSA ANTENNA

The size and shape of the radiating aperture, the lattice and the distance between the elements in the array aperture have to be chosen. The maximum scan angle (without grating lobes), the amount of array elements, the compensation for mutual coupling and the avoidance of the blind scan angle effect depend on these chosen factors.

For large scan angles only one unit area of about 0.5 λ by 0.5 λ is possible for a rectangular lattice (λ=free space wavelength). For a triangular lattice two unit areas are possible [1] namely about 0.5 λ by 0.57 λ or about λ by 0.28 λ. At the same time a reduction in elements of about 13% is obtained in comparison to the rectangular lattice. The last possibility has been chosen and an empty waveguide with standard width ($> 0.5\ \lambda$) and reduced height is used.

The radiating aperture size has to be optimized for the applied compensation for mutual coupling. When an internal match is used for this compensation, the optimal radiating aperture size is in general not the same as for the case where a dielectric sheet [2] is used for this purpose. Our first approach has been the internal match but later on the dielectric sheet has been used.

The loss due to mutual coupling increases rapidly with increasing scan angle when this angle approaches a value where a grating lobe appears.

* Physics Laboratory TNO, Oude Waalsdorperweg 63, 2509 JG, The Hague, The Netherlands.

For this reason a lattice has been chosen which permits a scan angle till 90° in all directions without grating lobes. The penalty is a few percent more phase shifters for the same beamwidth. Only a maximum scan angle of 60° is used in practice.
The element radiation pattern is a function of its surroundings. In order to obtain the same pattern for all 850 radiators, 350 dummy elements are placed at the periphery of the antenna. This is particularly important for arrays with a limited number of elements.
A phased array antenna with its many beam directions has to be tested intensively and the antenna will be placed in many positions. For this reason most of the electronics is placed at the periphery of the antenna. These electronics contain the buffering circuits for information transport to the antenna, the rectifier units of the power supply and the non-equidistant pulse series circuit. This last unit is necessary because the differential phase shift is not a linear function of the magnetization (d.c. current pulse length).
Separated from the antenna is the beam steering computer which calculates for each frequency the incremental phase shift in the two principle planes. Further, a special purpose unit, which calculates the phase setting for each phase shifter individually including the necessary spherical-planar phase front correction of the space fed array.
Each phase shifter is interchangeable and therefore supplied with 2 male connectors fitting in 2 female connectors on the frame construction. Good microminiature connectors are expensive and the wiring between them on the frame is an accurate and costly matter. These things are never seen from the outside but play an important role. With the design of the drivers on each phase shifter one must try to minimize the amount of connector pins.
A picture of the phase shifter is given in figure 1. An impression of the electronics in the antenna is given in figure 2. In figure 3 the finished antenna in its gimbal mount is shown. A multimode feed horn is used to illuminate the array antenna which has an f/D ratio of 0.45. A sum and two monopulse difference signals are formed from the received signal.
The illumination is such that low sidelobes are obtained in the sum channel while the sidelobes of the two difference channels are only slightly higher. Three factors contribute to the illumination, namely the radiation pattern of the feed horn, the varying distance between this horn and the array elements in the flat array face and the radiation pattern of the array elements.
An internal match is used at the feed side of the array for a compensation of mutual coupling. The array is cooled with air. Six fans are placed around the feed horn and the area between these fans and the feed side of the array face is closed and further lined with absorber. In this way the air is forced through the waveguides of the ferrite phase shifters. The drivers of the phase shifters are in good thermal contact with these waveguides.
Because dip brazing is not possible in our laboratory, the phase shifters are built up of many individual parts, each with its tolerances in size. This method is not recommended for industrial production. Extruded rectangular tubes and special, drawn waveguides are used for the phase shifters and the dummy elements. The drivers and the multimode feed horn have been manufactured in industry [3].

PRODUCTION RESULTS OF THE PHASE SHIFTERS

The spread in phase of the ferrite toroids and the spread in the electrical properties of the power transistors of the drivers are the major

contributors to the total rms error. Since the garnet is nearly completely compensated for magnetostriction [4] the effect of a fluctuation in the pressure of the waveguide housing on the two flat parts, ground on the toroid, can be neglected. The ferrite rods were produced in two lots in the factory [5] but from the same batch of material. Unfortunately they were mixed in the end control. The manufacturer did not have a centreless grinding facility at that time and a spread in rod diameter had to be accepted. For the required 1200 rods a production quantity of 1335 rods was made including not perfectly straight and chipped rods.

A total of 1227 has been tested. The distribution as a function of diameter is given in figure 4. The 31 rods with a diameter below 7.77 mm were not used and the 550 rods between 7.77 and 7.83 mm and the 192 rods between 7.83 and 7.85 mm were tested. The result is shown in figure 5. A pronounced dependency of the insertion phase on the diameter has been found of the order of $3^{o}/0.01$ mm rod diameter. For a rectangular dielectric bar with the same cross-section, length and dielectric constant as the toroid, a change in insertion phase of $3.34^{o}/0.01$ mm rod diameter was calculated [6]. This value is of the same order of magnitude as the one following from figure 5.

In order to get the spread of insertion phase of the majority of the rods between $\pm 10^{o}$ the rods with a diameter greater than 7.85 mm were ground until a value of about 7.81 mm was obtained. The result of the first 15 rods we tried is indicated by the small horizontal lines in figure 5 and show that the desired improvement was obtained. The insertion phase of a rod is of the order of 2700° while the saturated differential phase shift at room temperature is about 450°. An accuracy of 1% is 27° insertion phase. Ferrite manufacturers guarantee a $4\pi M_s$ value with ±5% and the differential phase shift which is proportional to this saturation magnetization can therefore have a spread of $\pm 22.5^{o}$. The results were fortunately more optimistic as can be seen for the 1227 rods in figure 6 where the number of rods is given as a function of the insertion phase in steps of 1°.

The result for the differential phase shift is given in a similar way in figure 7. The average insertion phase for each diameter value as a function of diameter is given in figure 8 for the 1227 rods and a slope of $4.1^{o}/0.01$ mm diameter was found. The numbers indicate the number of rods at each diameter value, over which was averaged. A similar result was found for the differential phase shift but now with a slope of about $0.7^{o}/0.01$ mm diameter. Starting with a maximum insertion phase of 2700°, this value was reduced with 450° differential phase shift [7]. The above value of $0.7^{o}/0.01$ mm is also the 450/2700 part of $4.1^{o}/0.01$ mm. We can conclude therefore that centreless grinding of the rods to an identical diameter value will reduce the spread of both the insertion phase and differential phase shift.

The measured phase values could now be corrected for the diameter dependency which would result in a reduced rms error. This result is given in figure 9 by the dotted line. This value would be obtained when centreless grinding would be applied. The resulting rms phase error due to the combined spread of insertion phase and differential phase shift, all measured with the same driver, is given in figure 9 as a function of the number of ferrite rods. For a value smaller than 1227, the best rods have been selected. The solid line in figure 9 is for the case that the phase shifters are placed at random in the antenna.

A reduction in insertion phase can be obtained when the phase shifters are placed in circular rings with continuously varying insertion phase.

At the same time we have to use a little different focal distance f

of the feed horn than the actual one for the calculation of the spherical-planar phase front correction. The distance between the two spheres with different focal distance, expressed in degrees phase, must ideally be the same as the variation in insertion phase between the rings in order to compensate completely for the spread in insertion phase. The distribution of insertion phase error indicates how well this is the case. In figure 9 a remaining rms error in insertion phase of 4° is assumed and the result of this case is given by the dashed line. The greatest improvement is obtained when nearly all the 1227 rods are employed. No individual trimming of the phase shifters is necessary with this method. This approach was not applied in the CAISSA antenna because the rms error of 900 rods is already acceptably small.
The individual correction applied by RCA [8] has recently been applied successfully on a few phase shifters but for a production quantity each phase shifter has to be measured twice because the final insertion phase is not known in advance.
The extra reduction in spread when placed in rings has not been calculated for the dotted line of figure 9. The improvement of 1° of the dotted line compared with the solid line of figure 9 is not significant. For a large number of phase shifters, the spread in insertion phase not due to the diameter dependency has a dominant influence on the rms error. This can be seen clearly in figure 5 by the points below the horizontal line of -15°. For a smaller number of phase shifters these large errors are disregarded already by the selection made for the solid line of figure 9.
The rms error of the 900 produced drivers, all tested with the same ferrite rod, results in 5° rms phase error. The drivers are mounted at random on the waveguides with ferrite rods. The total rms error of the selected 900 complete phase shifters is therefore 10.2^{o} when placed at random, 7.0^{o} when selected in rings and 9.3^{o} in case all the diameters would be identical and the phase shifters are placed at random in the array.

INFLUENCE OF RMS ERROR ON SIDELOBE LEVEL

For the case that the sidelobe level at an angle (φ,θ) must be kept below a certain value with a probability P, Ruze [9] has calculated the variance σ^2 as a function of sidelobe level for different probabilites P. The result is given in figure 10. With the result of figure 10 and equation (1), the rms error ε (radians) can be calculated as a function of sidelobe level.

$$\sigma^2 = \frac{1}{2}\left|\frac{\underline{f}(\varphi,\theta)}{\underline{f}(\varphi_o,\theta_o)}\right|^2 \frac{\varepsilon^2}{\eta N} \qquad (1)$$

In this equation, $\underline{f}(\varphi,\theta)$ is the element factor, η the taper efficiency and N the number of array elements in the antenna. An antenna with N elements has about N sidelobes in the half space in front of the antenna and these are independent of each other as to the influence of errors.
In case all sidelobes must be kept below a certain value, a line with a N times smaller (1-P)-value must be used in figure 10. The influence of the element radiation pattern has been neglected. The resulting rms error (in degrees) as a function of the sidelobe level which has to be maintained for all sidelobes with a probability of 99% is given in figure 11 for N = 850 and N = 4000. It is assumed that the designed sidelobe level (disregarding errors) due to the illumination taper is lower than the

values of figure 11. This is sometimes not the case for the first few sidelobes next to the main beam.
The phase setting of the phase shifters is done in steps (bits) and will result in an rms error given by equation (2) with n the number of bits [10].

$$\varepsilon^{o}_{bit} = \frac{180^{o}}{\sqrt{3}\ 2^{n}} \tag{2}$$

Due to the spherical-planar phase front correction no regular phase errors due to phase quantization will occur but only rms errors.
When we correct the total rms error of figure 11 for these errors, we obtain the result given in figure 12 for production errors. We see that only for very low sidelobes a larger bit number is necessary and further that for larger N values a lower bit number can be used to obtain the same sidelobe level.
For the CAISSA antenna 4 bits are used and for the 10° rms error the expected sidelobe level will be -32 dB with the exception of the first few sidelobes due to the illumination. With the multimode horn the first sidelobe level can be reduced to -35 dB with acceptable antenna properties.
For an antenna with N = 4000 this sidelobe level can be maintained with P=0.99 for all sidelobes with a 4 bit phase shifter and an rms production error of about 10° as can be seen in figure 12.
In case very low sidelobes are not required only a go, no-go test could be used in testing the phase shifters after production, but only after verifying with a small amount (100) that the production results are identical to the preproduction results. A cost reduction will be obtained in this way.

THE ANTENNA MEASURING METHOD

The antenna is placed in a gimbal mount as can be seen from figure 3. The antenna can rotate in the ring, this ring can rotate around one diagonal in the second half ring and this half ring can rotate around a horizontal axis. This whole assembly is placed on a turntable and a circular rail construction and can rotate around a vertical axis through the centre of the antenna and of the turntable over more than 180°. The main beam is always pointed along the horizontal axis.
The antenna is mounted about 11 meter above the ground and the transmitted signal is received in the far field (43 m) by a receiving horn also at 11 m above the ground. No obstacles are present above the ground in this 43 m trajectory.
With the aid of the turntable a cut through the main beam including the sidelobes on both sides of it is measured. A rotation around the horizontal axis makes it possible to change the cut through the main beam.
The turntable supplies the angle information and the detector behind the receiver horn the antenna radiation intensity for the x-y recorder. This horn is rotated around a horizontal axis for the adjustment of polarization. In this way all cuts through the main beam are measured quickly for many scan directions and frequencies.

MEASURED ANTENNA RADIATION PATTERNS

A few examples which are representative for the overall result have been selected from the many measured patterns. The frequency, the scan plane φ_o, the scan angle θ_o and the plane of the cut through the main beam (H-plane, E-plane or D-plane) is indicated in each figure. For all the examples, the scan plane φ_o coincides with the plane of the cut through the main beam,

H-plane ($\varphi_o = 0$), D-plane ($\varphi_o=45^o$) and E-plane ($\varphi_o=90^o$).
The examples for the sum channel are given in figure 13, 14, 15, 16, 17 and 18. For the monopulse difference channel they are given in figure 19 and 20.
From these figures it follows that for the sum channel the first sidelobes are all below -28 dB and that the far out sidelobes are in general much lower. For the monopulse difference channel the first sidelobes are all below -24 dB while the far out sidelobes are also lower. Only once a far out sidelobe has been measured of -25 dB. These results are in good agreement with the expected sidelobe level of -32 dB following from figure 12 for a rms production error of 10° (with the exception of the first few sidelobes due to the illumination).

GAIN AND BEAMWIDTH AS A FUNCTION OF SCAN ANGLE

It is known that when the beam is scanned away from broadside, the gain decreases and the beam broadens. The drop in gain is due to the decrease in effective area of the array aperture (according to cos θ_o) as well as to mutual coupling effects.
The transmitted power of the antenna has been often measured as a function of frequency and scan angle. These measurements, which are not reproduced here, indicate that in case no match for mutual coupling is present the loss in transmitted power due to these coupling effects is quite considerable for the wide angle scan in some planes (about -3.5 dB for $(\varphi_o,\theta_o)=(0^o,60^o)$). In order to compensate for these losses we have introduced in the first instance an internal match in each waveguide. Although good results were obtained for the lower frequencies of the band, the losses for the higher frequencies remain rather high (about -2 dB).
However, with the aid of a dielectric sheet, placed in front of the antenna, the loss due to mutual coupling has been reduced to a minimum over the frequency range 5.4-5.9 GHz and the gain decreases approximately according to cos θ_o with scan angle. From the measured antenna patterns it follows that for a scanned beam the increase in beamwidth depends on the kind of longitudinal section we take through the axis of the main beam. In the section that lies in the plane of scan, the beam broadens according to 1/cos θ_o, while in the section that is contained in a plane perpendicular to the plane of scan the beam is not broadened at all.

GRACEFUL DEGRADATION OF PHASED ARRAYS WITH AT RANDOM FAILING ELEMENTS

When an array element fails it remains in a certain phase setting. For a few scan directions the setting will be correct but for all the others the error will vary between + 180° and - 180°.
An example is given in figure 21 for the case that 10% of the elements have failed at random in the array. This result can be compared with that of figure 17 where no failures are present but only an rms error of 10°. From figure 21 it follows that the highest sidelobe level is -23 dB. For smaller failure percentages this sidelobe level will be lower. Phased arrays have therefore a graceful degradation with at random failing elements. It is therefore also not necessary to change a few failing elements straight away and a suitable moment can be chosen.

REFERENCES

1. Sharp, E.D., A triangular arrangement of planar-array elements that reduces the number needed, IRE Trans., Vol. AP-9, no-2, pp. 126-129, March 1961.
2. Schaik, H.J. van, The performance of an iris-loaded, planar, phased-array antenna of rectangular waveguides with an external dielectric sheet, IEEE Trans. AP, Vol. AP-26, pp. 413-420, May 1978.
3. Hollandse Signaal Apparaten Ltd, Hengelo, The Netherlands.
4. Hudson, A.S., J. Snieder and J.W.F. Dorleyn, Manganese substitution in garnets for remanent phase shifters, IEEE Trans. MTT, Vol. 19, pp. 119-120, 1971.
5. Marconi communication systems, Specialised components division, Billaricay, Essex, England.
6. Vartanian, P.H., W.P. Ayres and A.L. Helgesson, Propagation in dielectric slab loaded rectangular waveguide, IRE Trans. MTT, Vol. MTT-6, pp. 215-222, 1958.
7. Snieder, J., A survey of properties of latched non-reciprocal ferrite phase shifters with cylindrical rods at 3, 5.5, 9.3 and 16 GHz, IEE Conf. Publication no 155 of RADAR-77, pp. 339-343, 1977.
8. Landry, N.R., H.C. Goodrich, H.F. Inacker and L.J. Lavedan, Practical aspects of phase shifter and driver design for a tactical multi-function phased-array radar system. IEEE Trans. MTT, Vol. MTT-22, no.6, pp. 617-625, 1974.
9. Ruze, J., Internal MIT report.
10. Skolnik, M.I. editor, Radar Handbook, McGraw-Hill, New York, 1970, chapter 11, pp. 36.

Overgenomen uit:

Conference Proceedings

Military Microwaves 1978

London 25 - 27 October 1978

pp 391 - 402

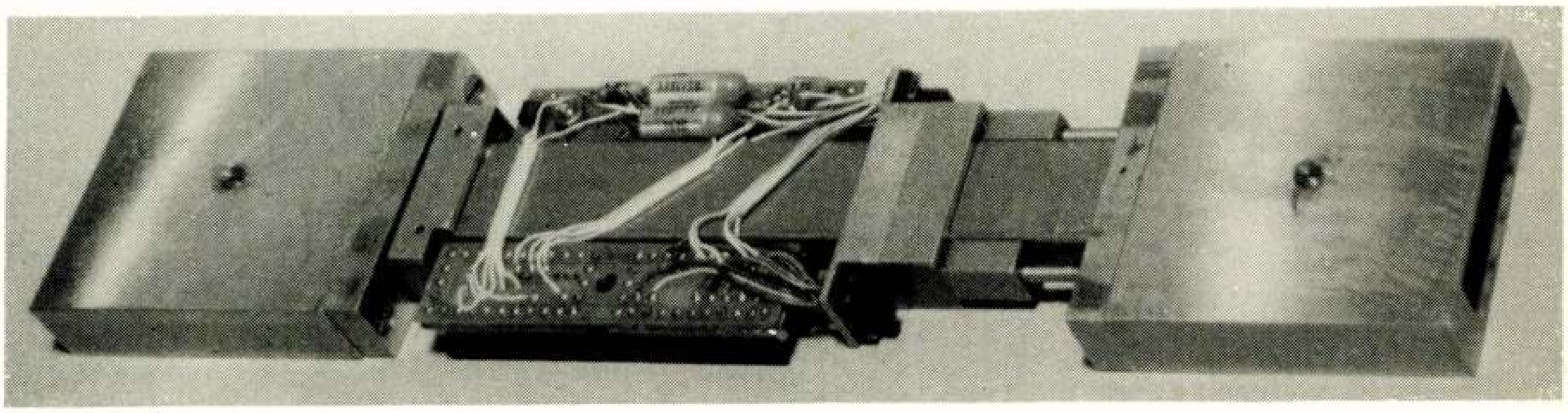


Figure 1. Ferrite phase shifter.

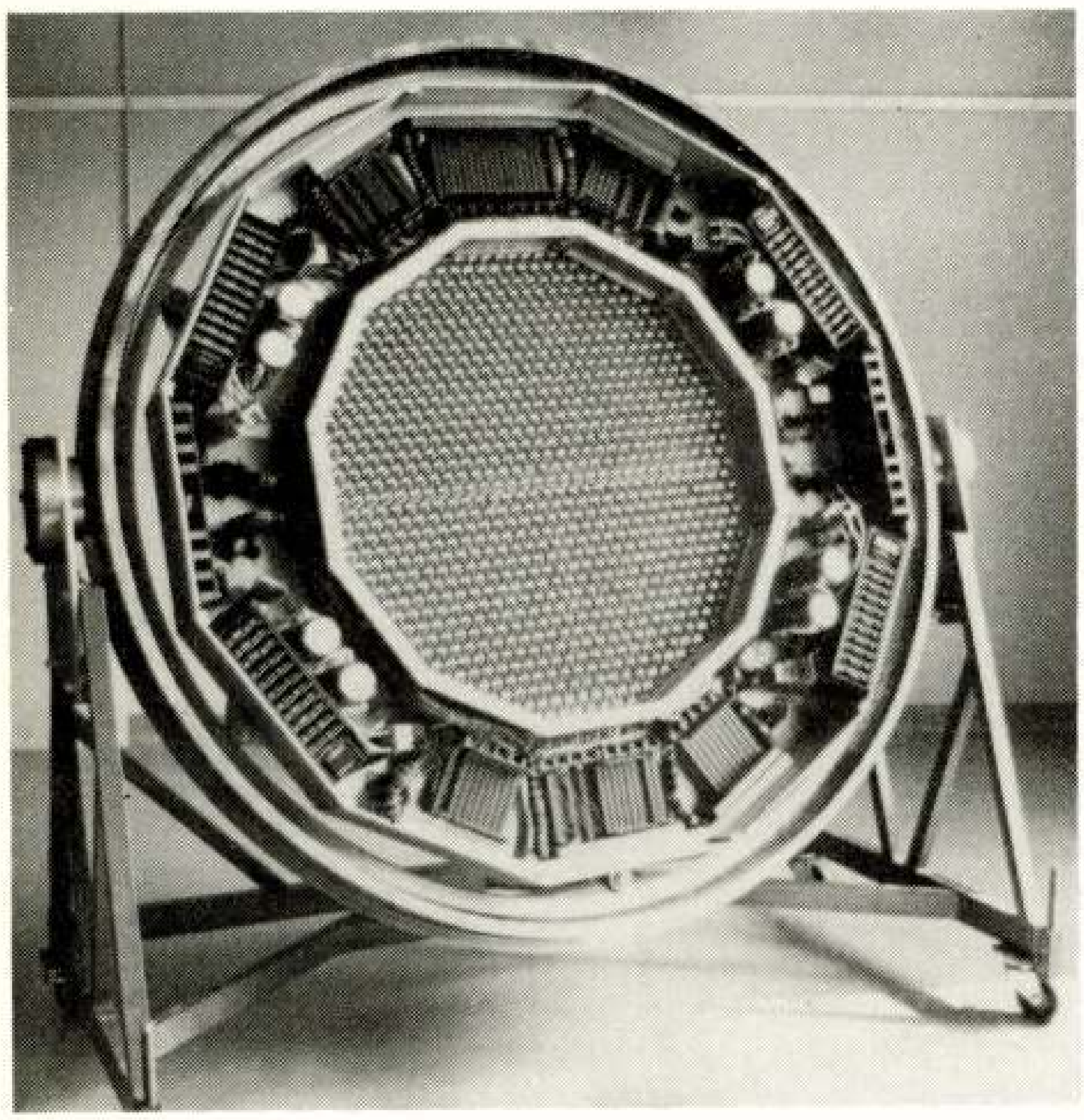


Figure 2. Electronics in CAISSA antenna.

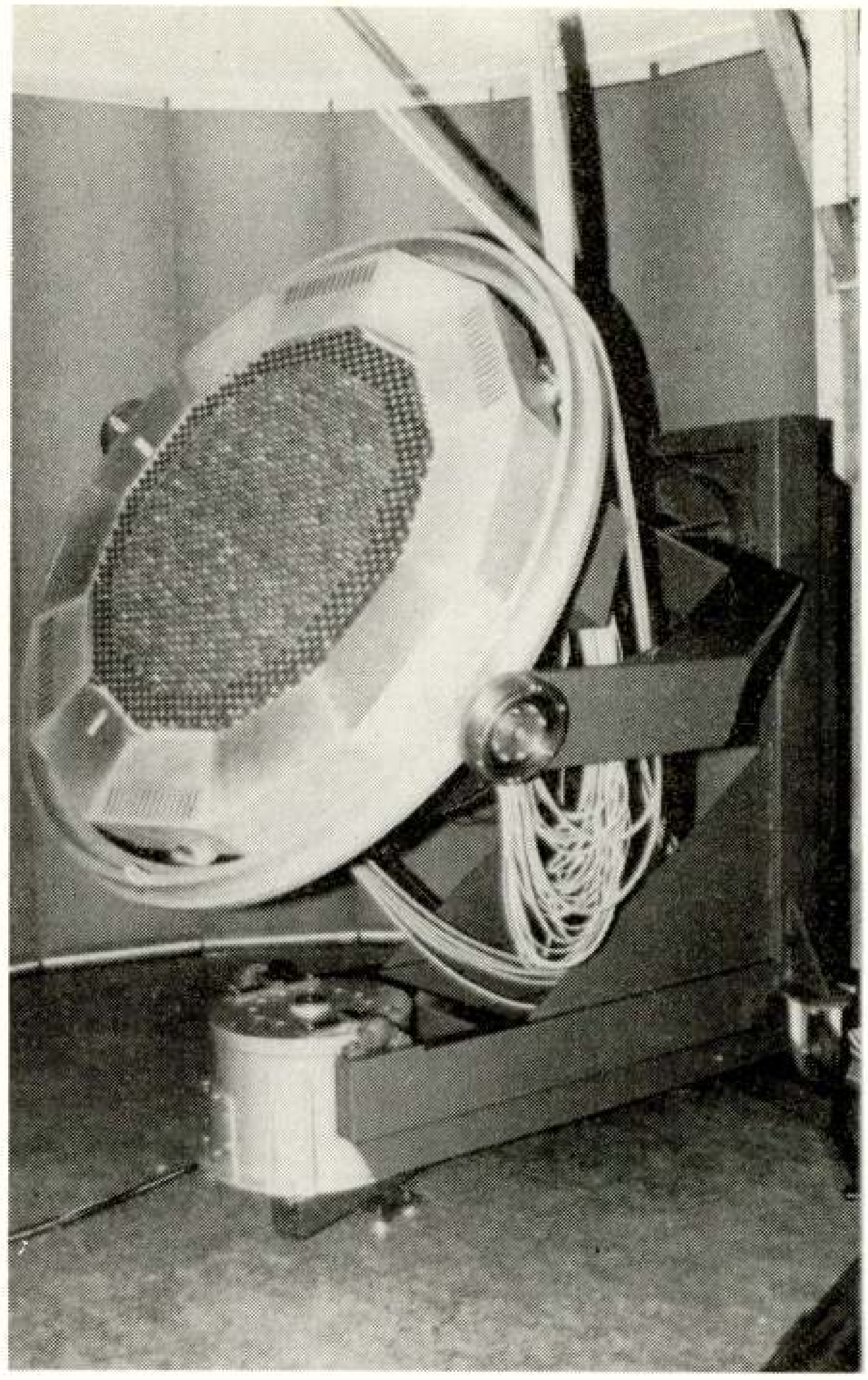


Figure 3. CAISSA antenna in gimbal mount.

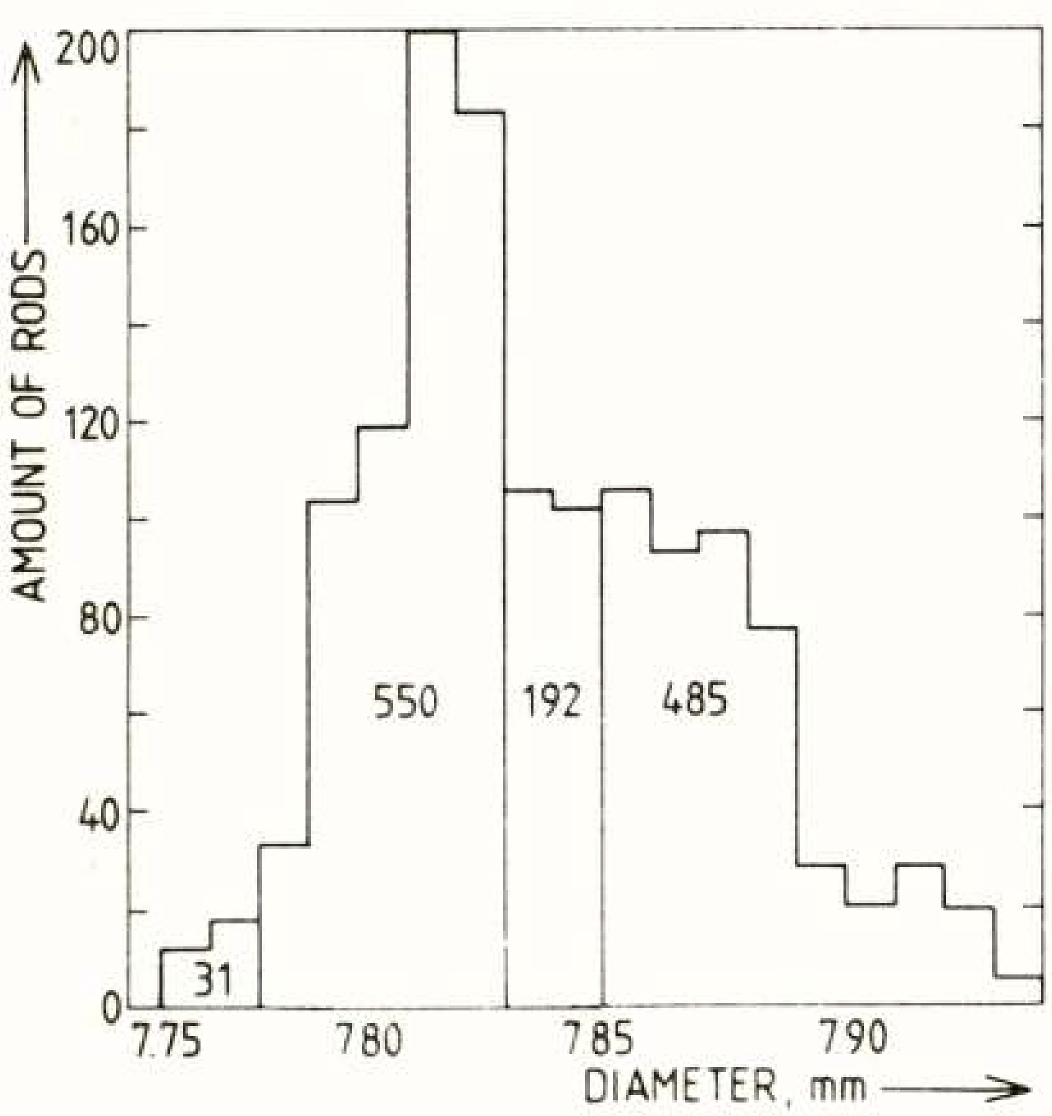


Figure 4. Amount of rods as a function of diameter.

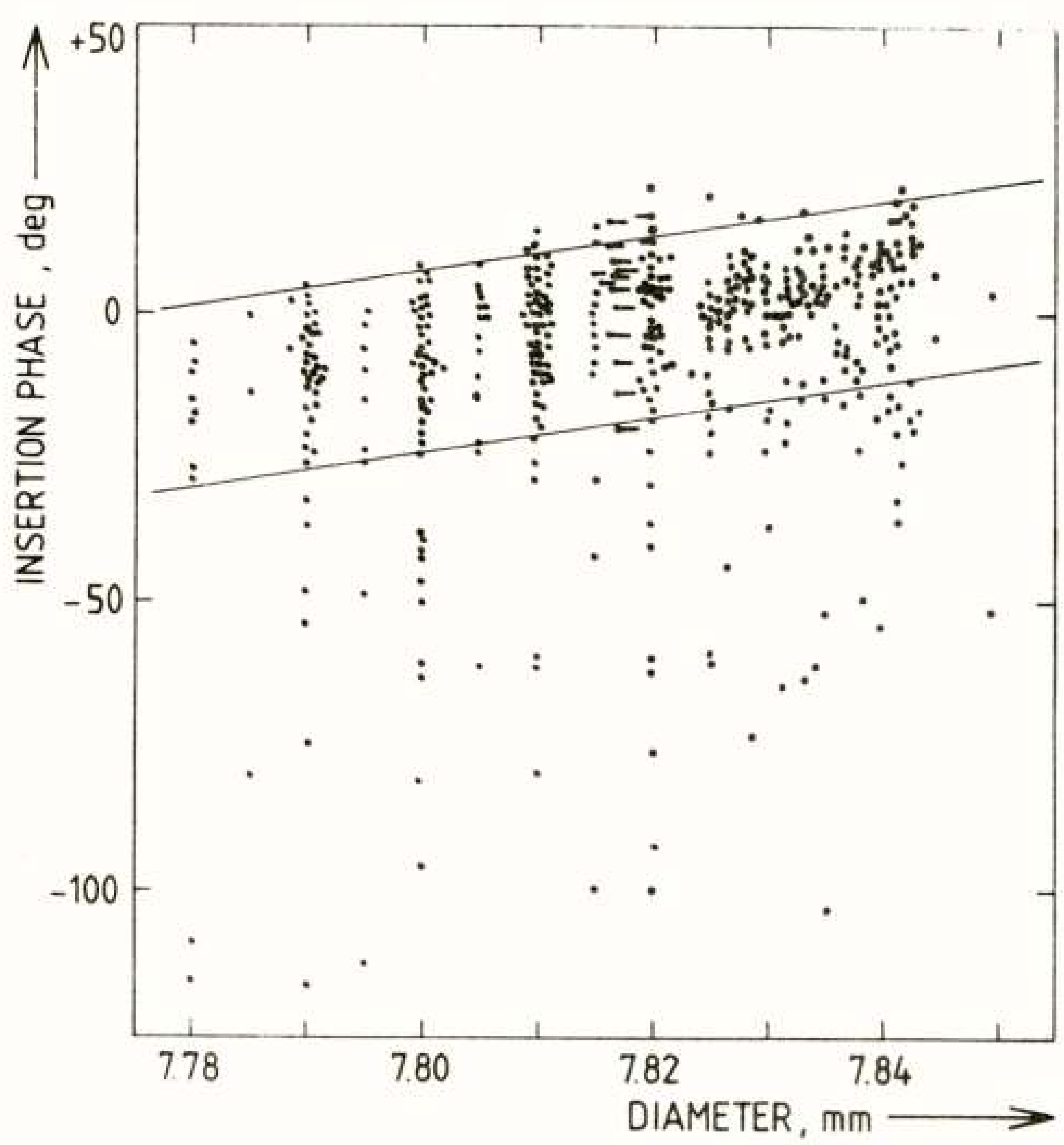


Figure 5. Insertion phase of 742 rods as a function of diameter.

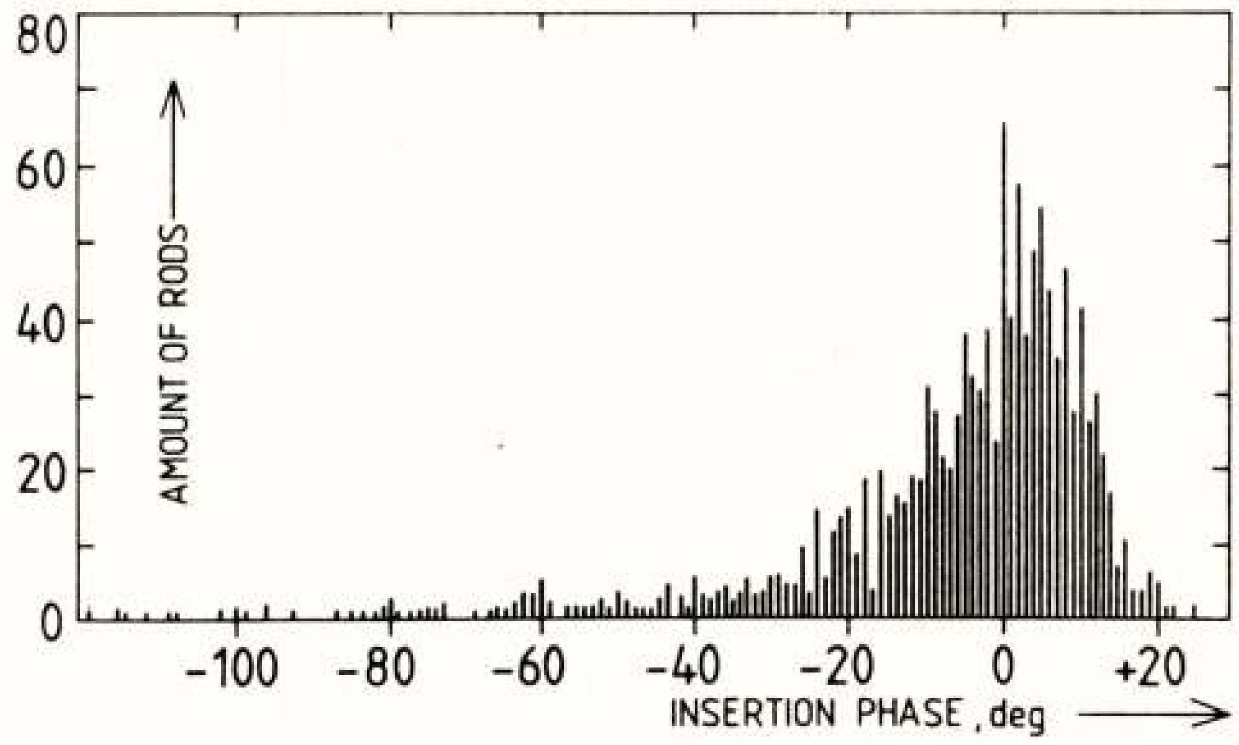


Figure 6. Amount of rods as a function of insertion phase.

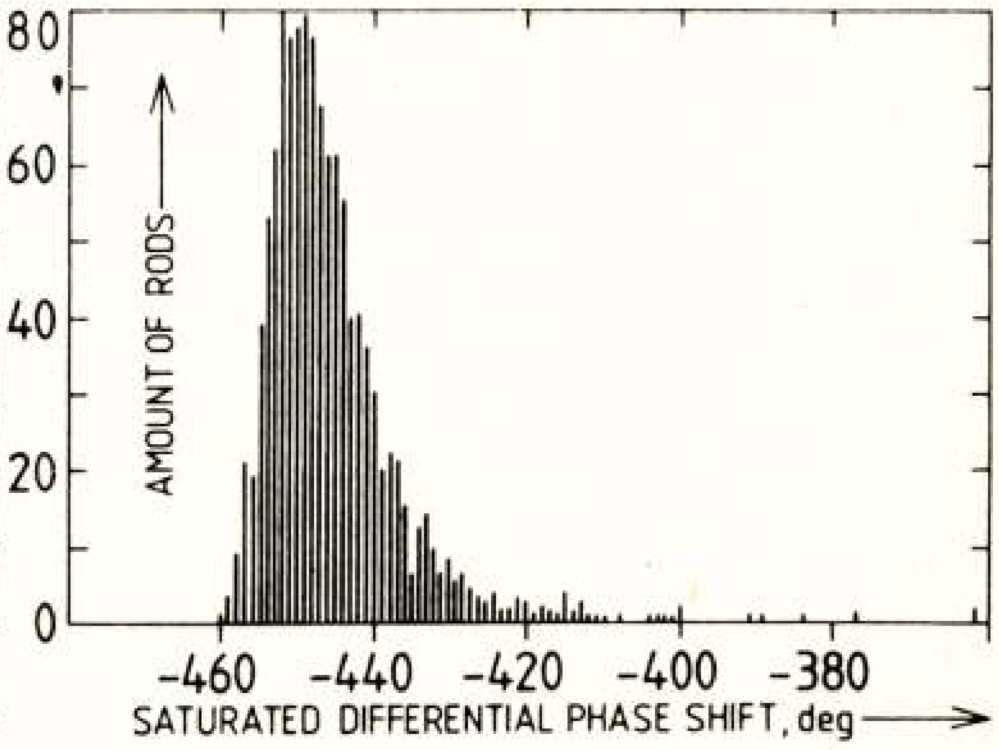


Figure 7. Amount of rods as a function of saturated differential phase shift.

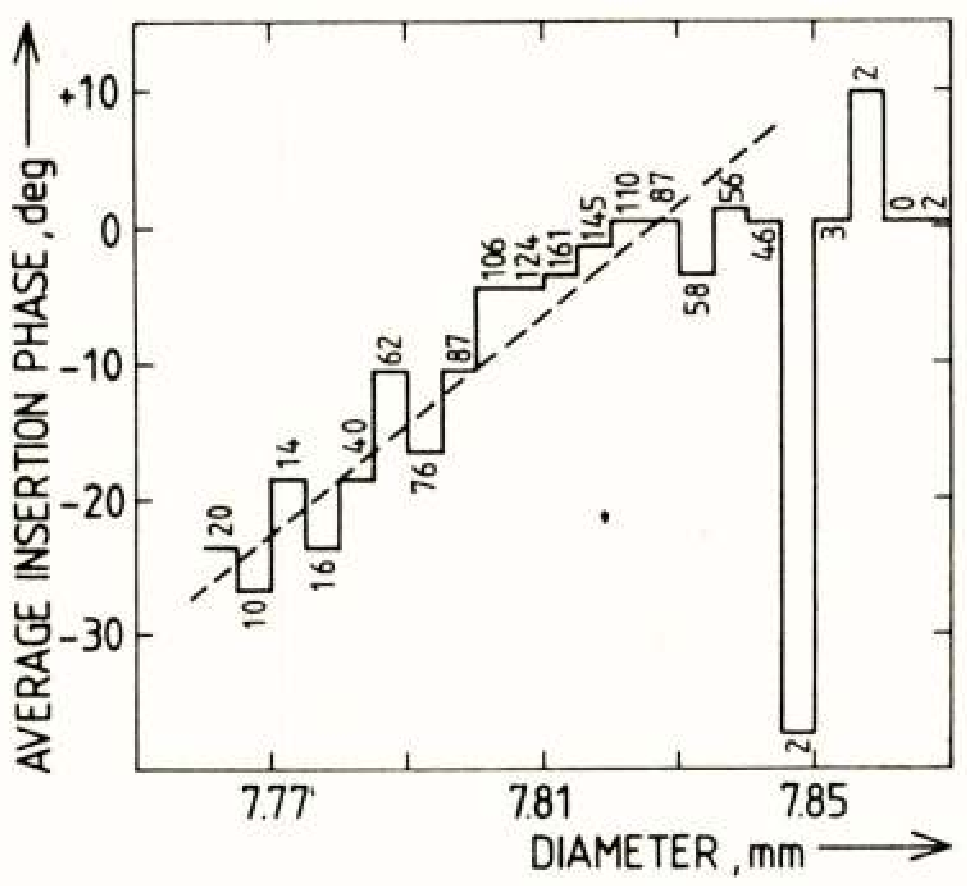


Figure 8. Average insertion phase for each diameter value as a function of diameter.

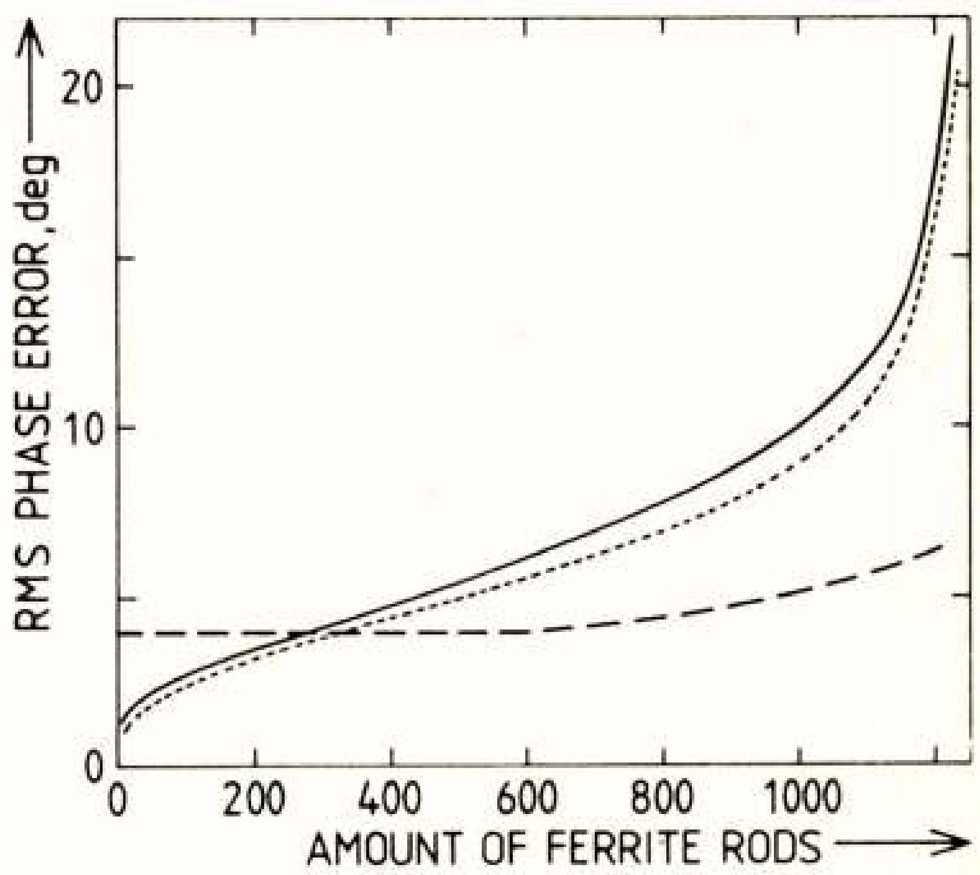


Figure 9. Rms phase error as a function of amount of ferrite rods.

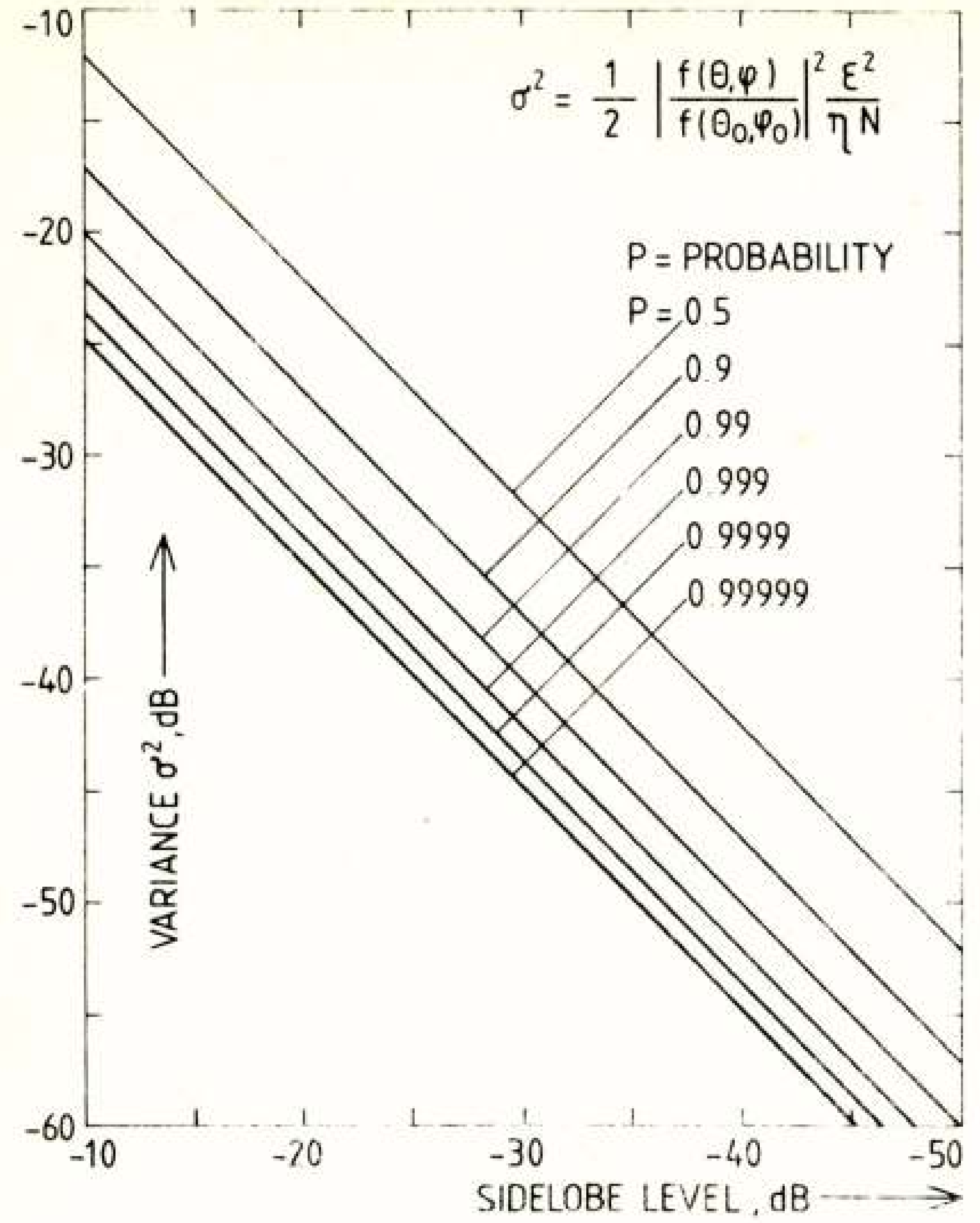


Figure 10. Variance σ^2 as a function of sidelobe level at angle (φ,θ) to be maintained with a probability P.

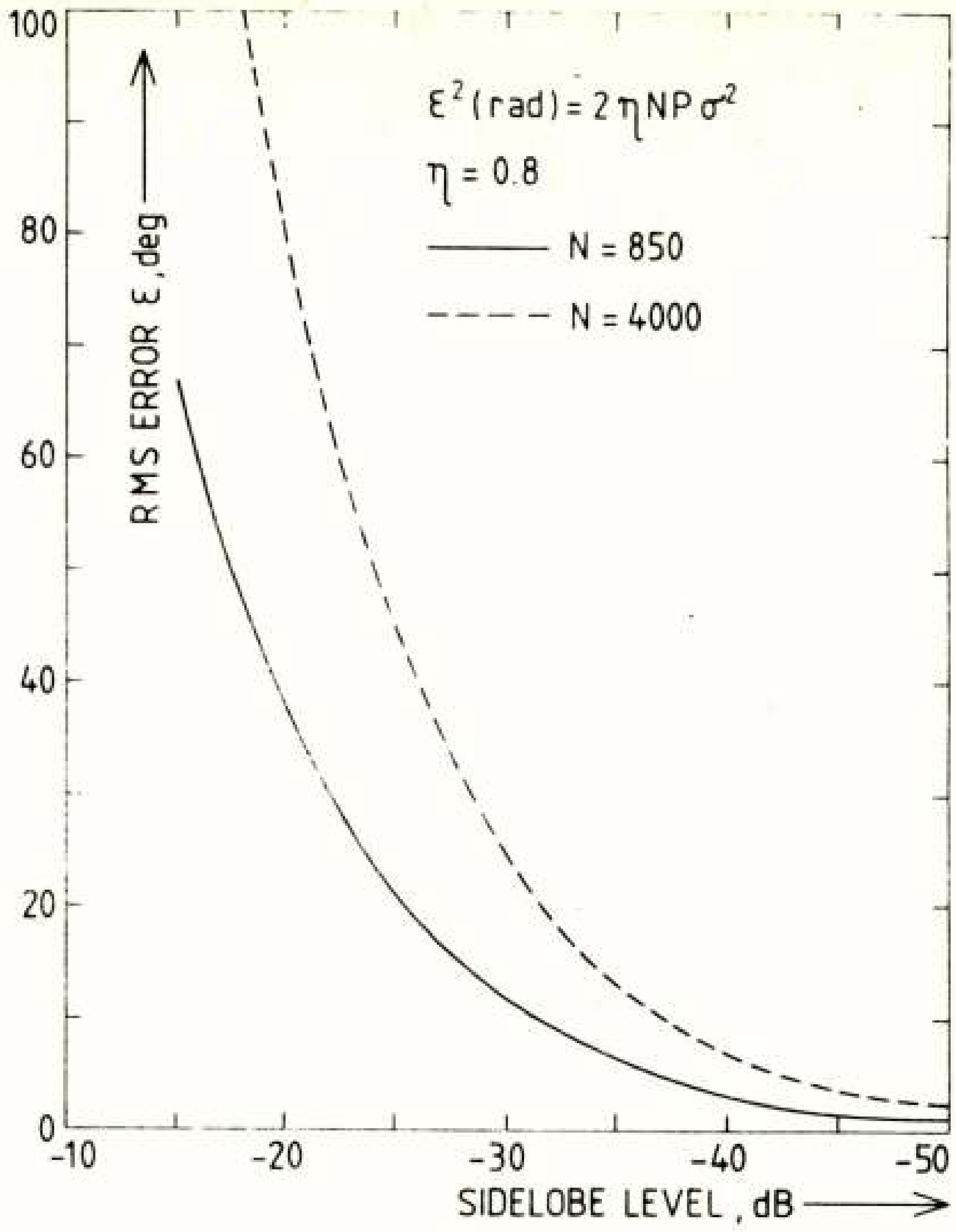


Figure 11. Rms error ε as a function of sidelobe level below which all sidelobes are found, each with a probability P=0.99.

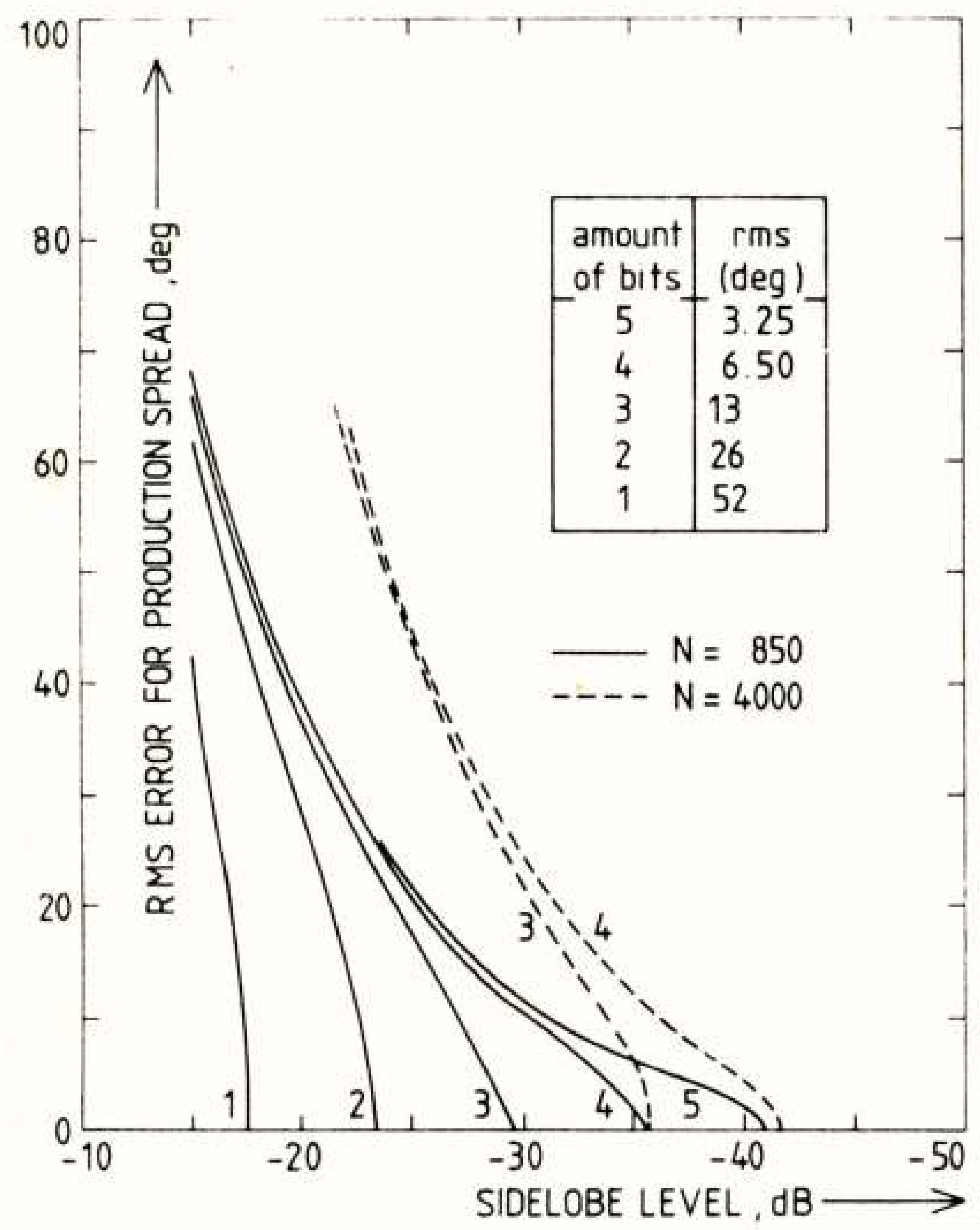


Figure 12. Rms error for production spread as a function of sidelobe level for various amount of bits.

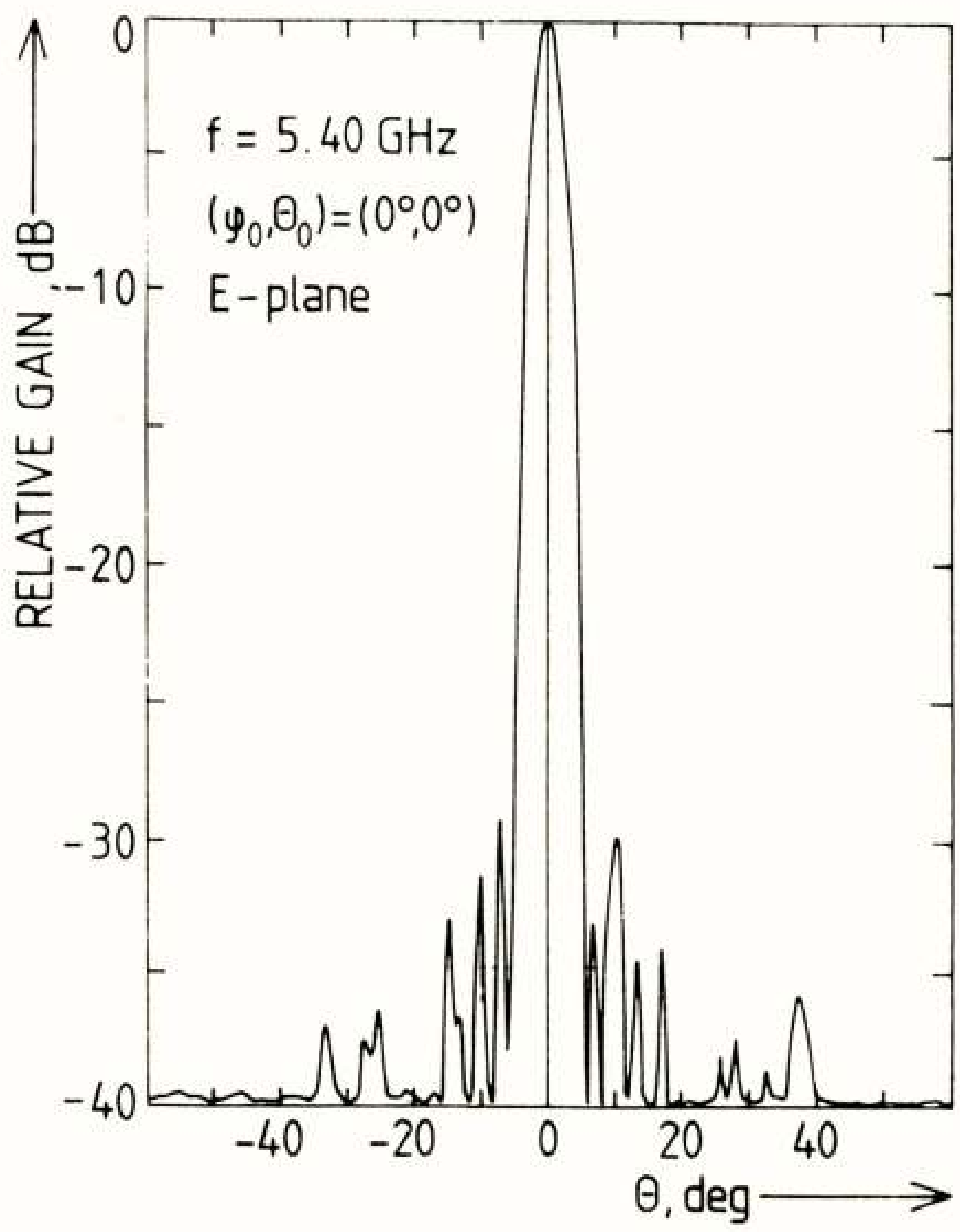


Figure 13. Measured antenna radiation pattern of sum channel.

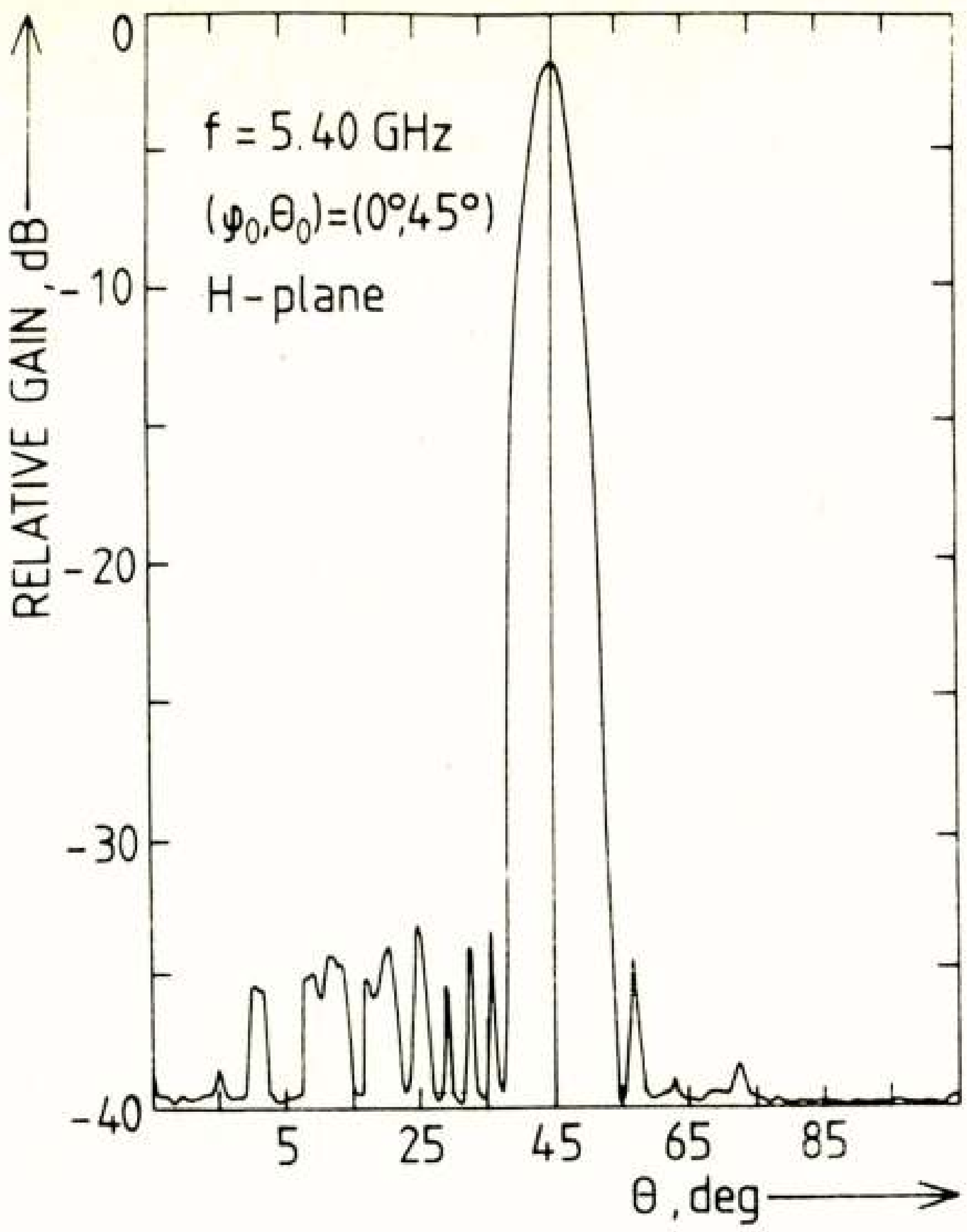


Figure 14. Measured antenna radiation pattern of sum channel.

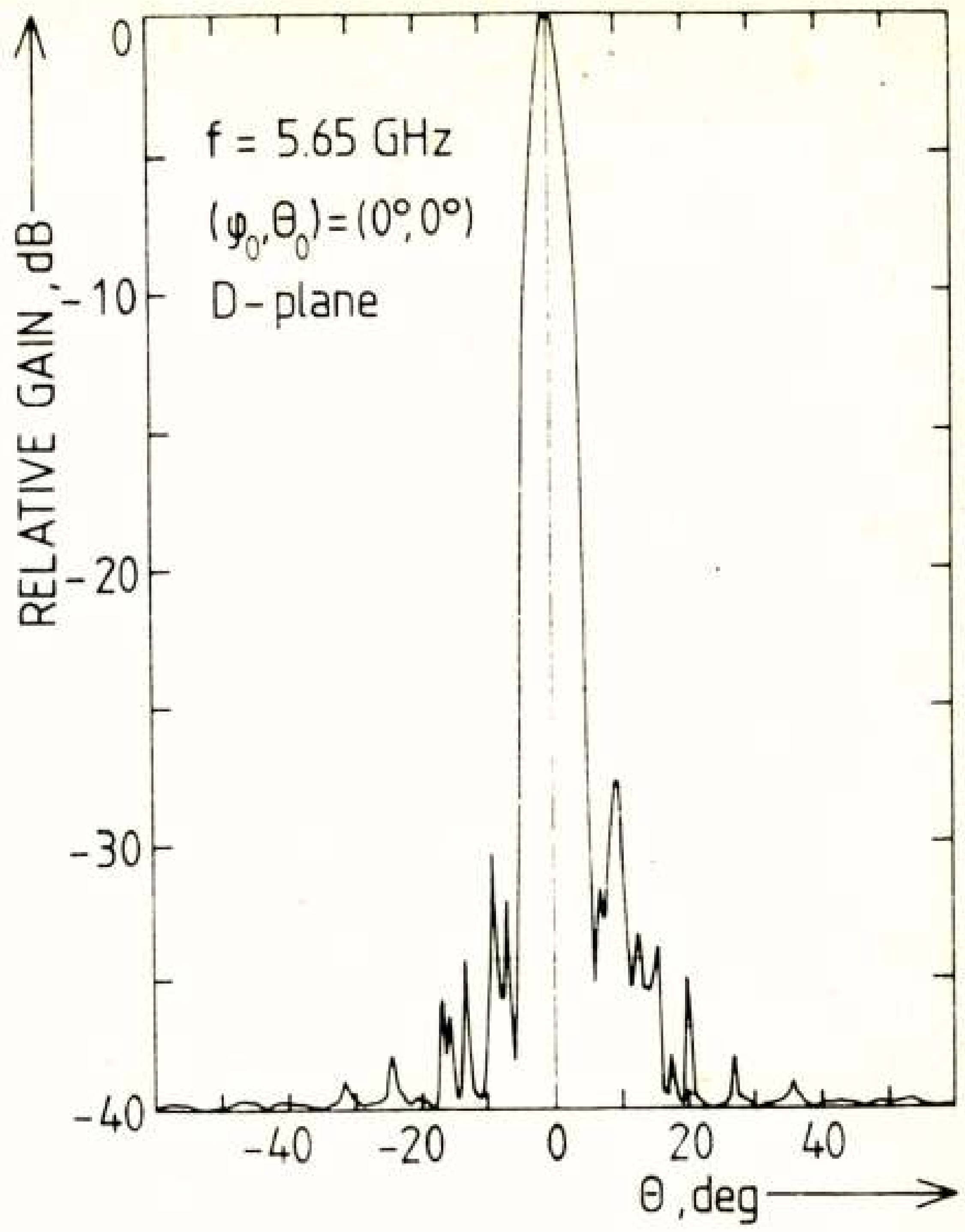


Figure 15. Measured antenna radiation pattern of sum channel.

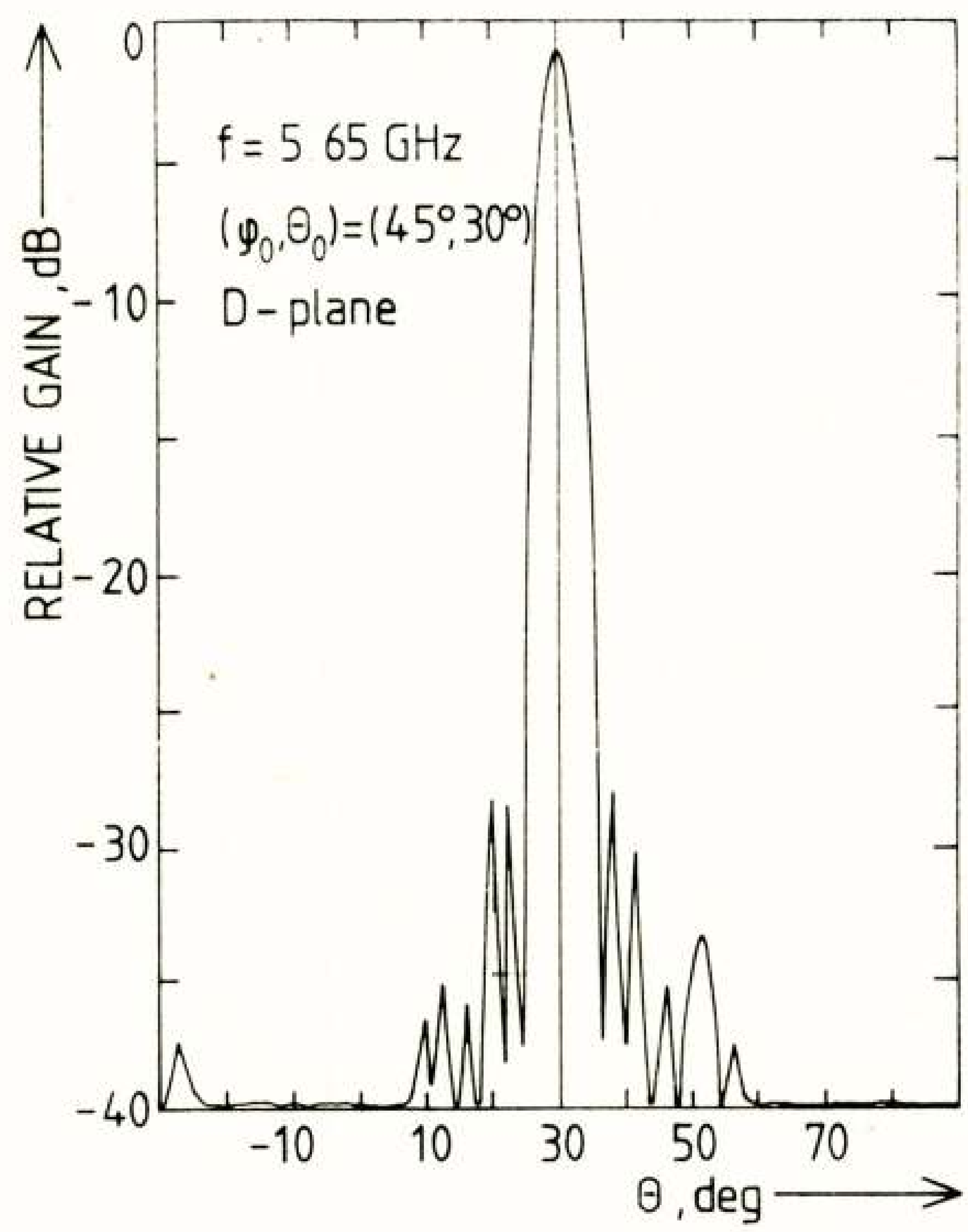


Figure 16. Measured antenna radiation pattern of sum channel.

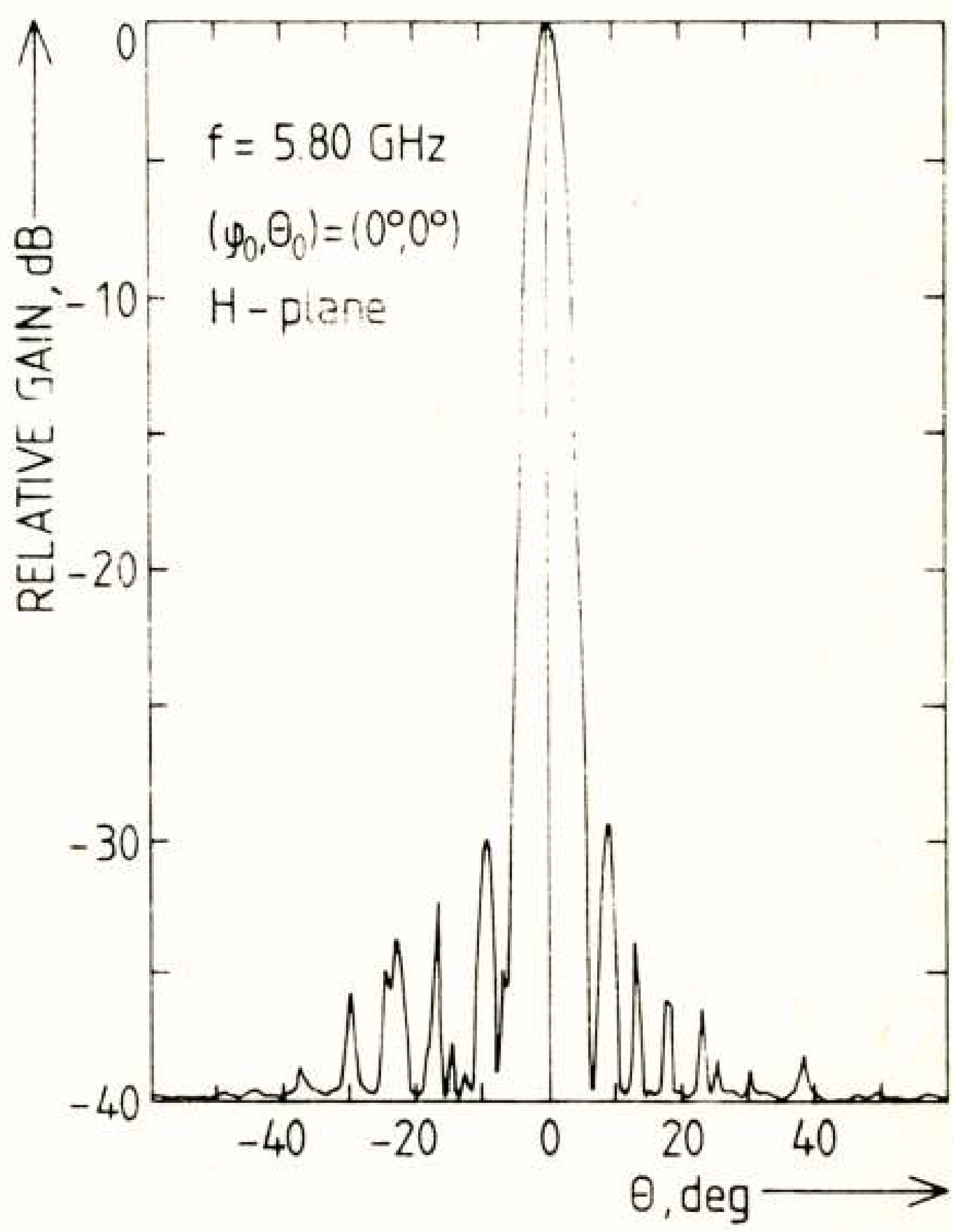


Figure 17. Measured antenna radiation pattern of sum channel.

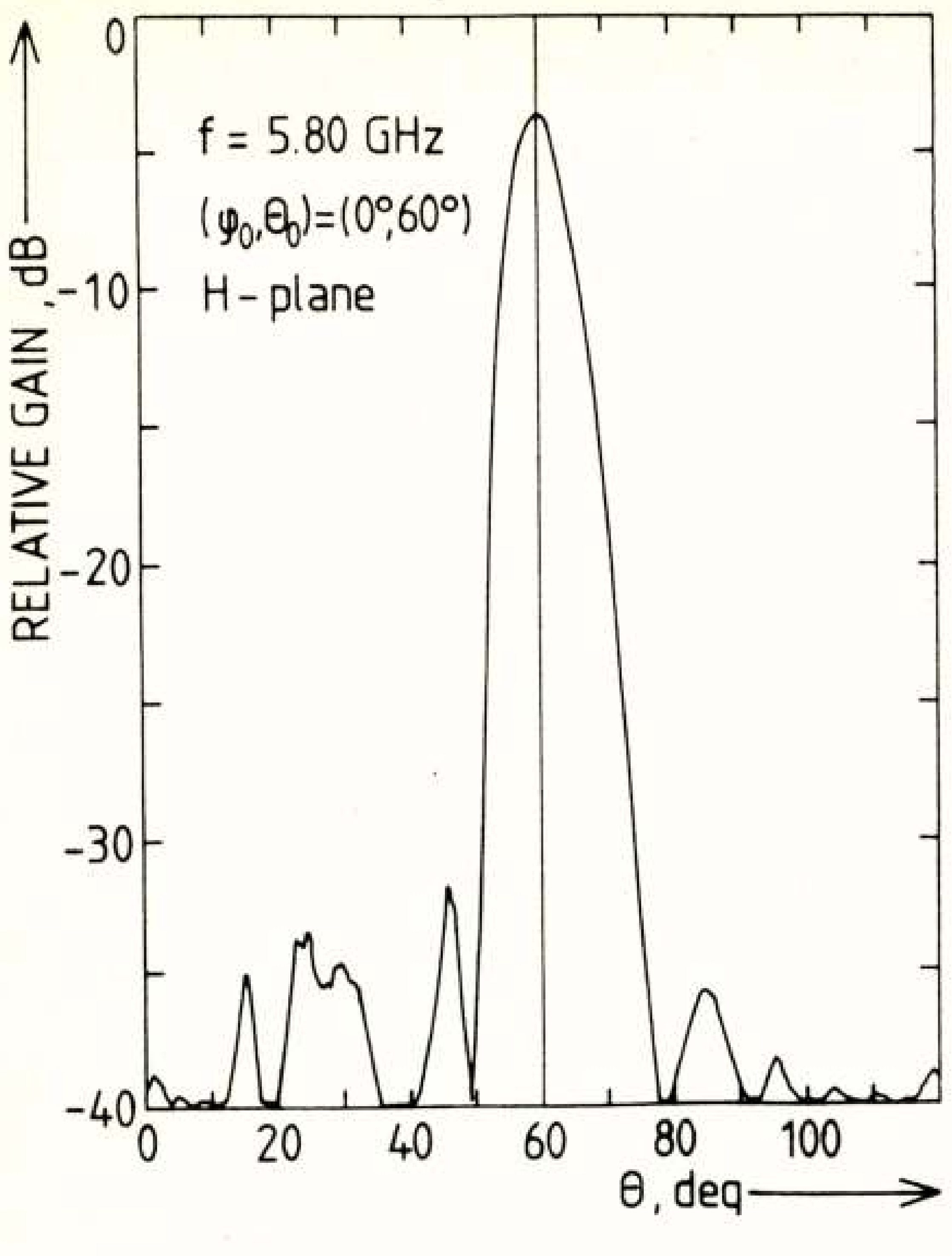


Figure 18. Measured antenna radiation pattern of sum channel.

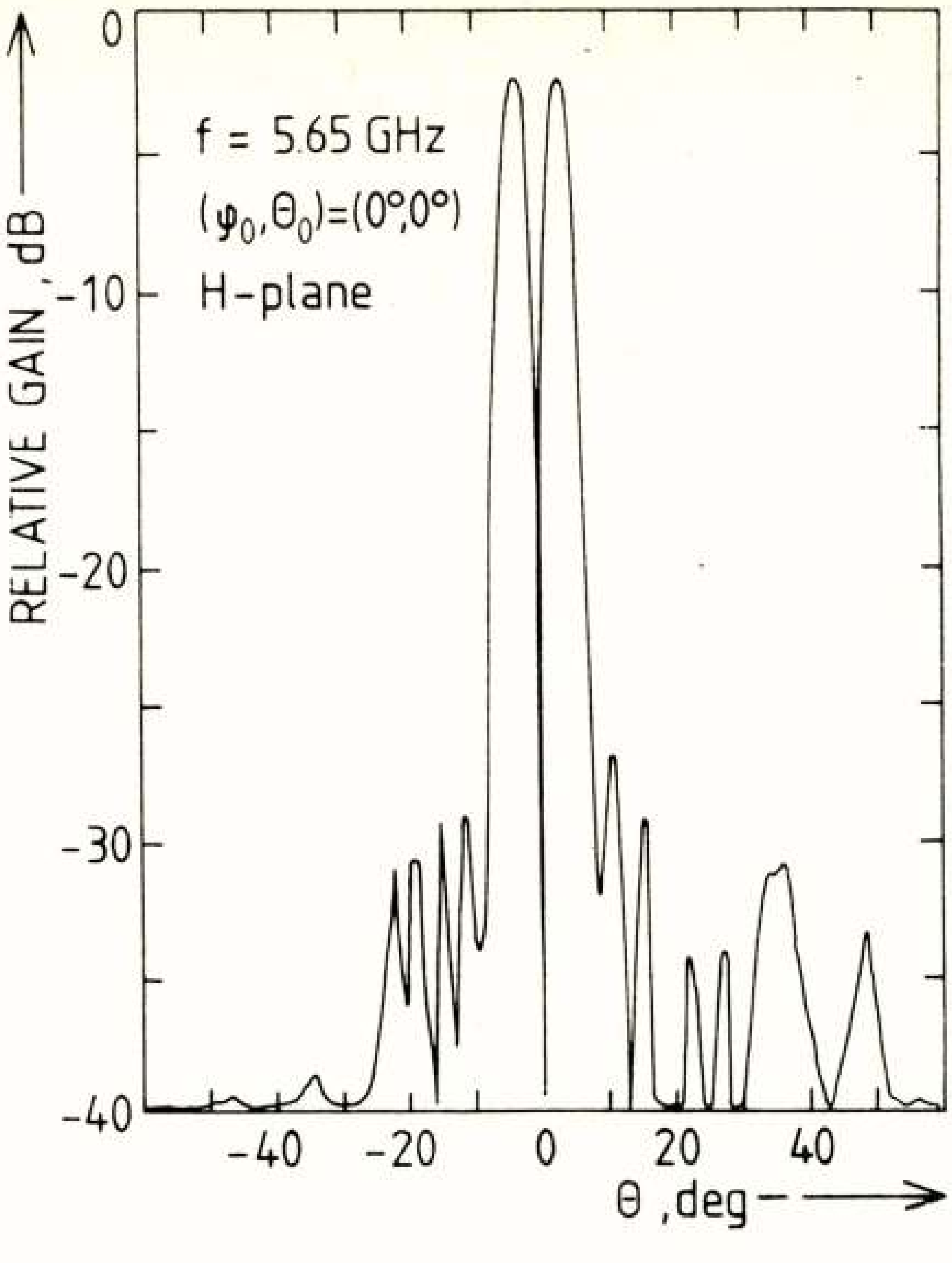


Figure 19. Measured antenna radiation pattern of difference channel.

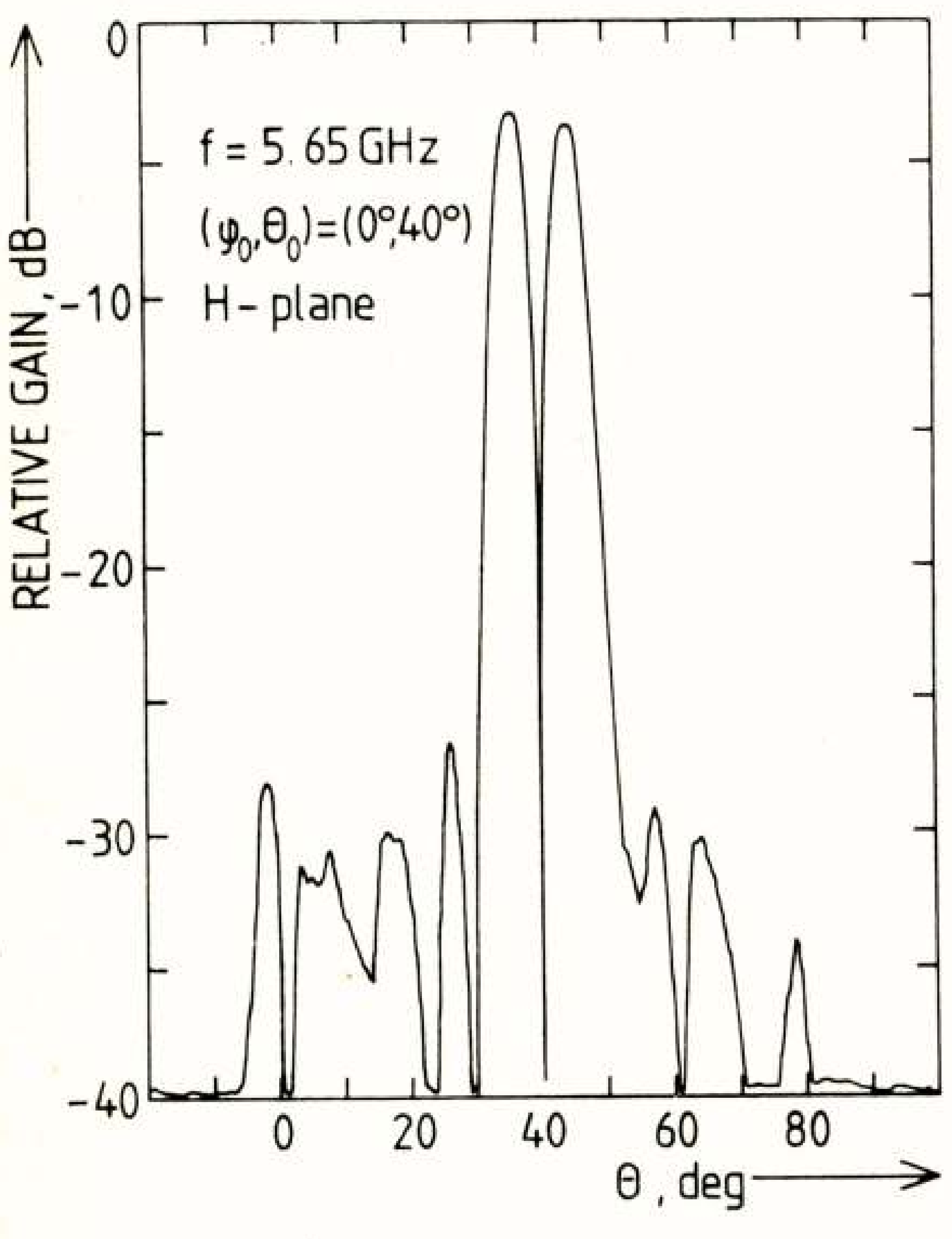


Figure 20. Measured antenna radiation pattern of difference channel.

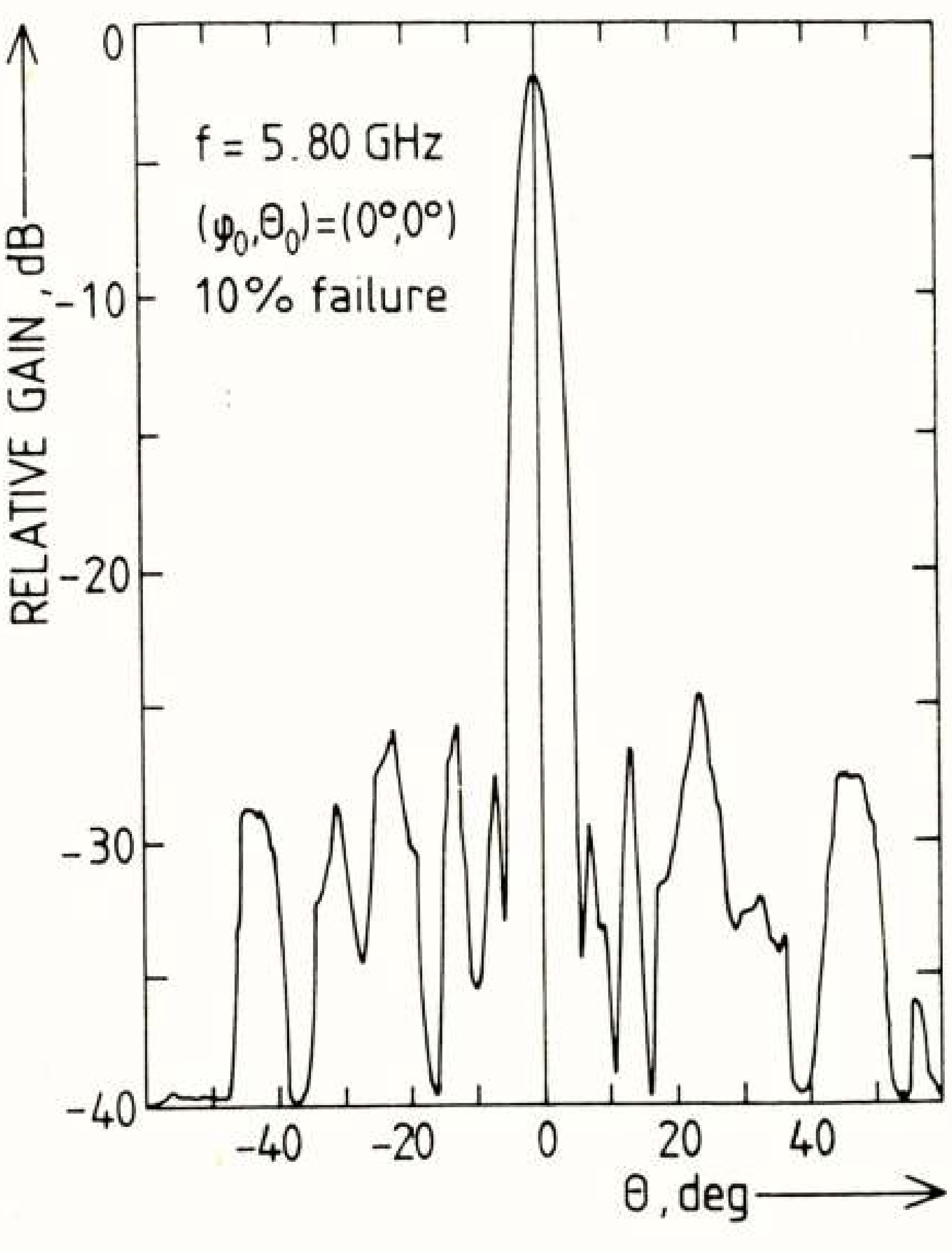


Figure 21. Measured antenna radiation pattern of sum channel with 10% failure.

FUCAS, EEN EXPERIMENTEEL PHASED-ARRAY RADARSYSTEEM

Ir. G.A. van der Spek
Physisch Laboratorium TNO

FUCAS, an experimental phased-array radar system. The use of phased-array antennas for multi-functional radar systems is discussed, and their specific abilities are indicated. A description is given of FUCAS, an experimental phased-array radar system.
Some aspects of this system are discussed in more detail because they are different from more conventional systems: coordinate system, monopulse, Moving Target Indication and tracking.

INLEIDING

Door het toepassen van phased-array antennes kunnen de mogelijkheden van radarsystemen belangrijk worden vergroot. Dit kan worden toegelicht aan de hand van een militair voorbeeld.
Een zelfstandig opererend SAM system (Surface-to-Air Missile System) dient de volgende taken te verrichten:

1. het detecteren van doelen en het meten van hun positie,
2. het volgen van de gedetecteerde doelen en het bepalen van de dreiging ervan,

en, nadat besloten is dat een bepaald doel zal worden aangevallen:

3. het belichten van het doel, het besturen van het wapensysteem en het evalueren van het effect van de aanval.

Vijandelijke stoorsignalen (Electronic Countermeasures) zullen vooral het uitvoeren van de eerste twee taken bemoeilijken.

Voor het uitvoeren van de genoemde drie taken worden in de regel drie radarinstallaties gebruikt. Het detecteren en positiemeten vindt plaats met een rondzoek-radar met groot bereik, die meerdere SAM opstellingen kan bedienen. Het volgen en de dreigingsbepaling geschiedt door een radarapparaat met ronddraaiende antenne, dat dichtbij het wapen staat. Het belichten van het doel gebeurt bijvoorbeeld met een "slaved illuminator", eveneens dichtbij het wapen gesitueerd, waarvan de antenneschotel wordt gestuurd door de volgradar, die daartoe zelf vaak een aparte volgantenne heeft.

Het is mogelijk om de drie radarinstallaties tot een geheel samen te bouwen. Toch is er dan voornamelijk sprake van een bijeenbrengen van aparte radars, elk met zijn eigen antenne, zender en ontvanger. Door de beperkte beweeglijkheid van een conventionele antenne verspilt elk van deze radars veel tijd en energie.
Een phased-array antenne kan zonder traagheid zenden in en ontvangen uit steeds wisselende richtingen, zodat binnen een zekere observatievolume (bv. een kegel met een tophoek van 120°), alle taken door één radarsysteem kunnen worden verricht.

MOGELIJKHEDEN PHASED-ARRAY RADARSYSTEEM

De voornaamste mogelijkheden van een phased-array radarsysteem zijn de volgende.

1. Het zoekvolume kan worden aangepast aan het dreigingsvolume.
   Wanneer van te voren bekend is dat in een bepaalde richtingssector doelen verwacht worden dan kan in die sector vaker worden gezocht.
   Omdat laagvliegende doelen pas op kortere afstand kunnen worden waargenomen is het van belang om de horizon vaker af te zoeken dan de hogere elevaties.

2. Het observatie-interval kan worden aangepast aan doelmanoeuvres en aan de doeldreiging.
   Een doel, dat door het systeem wordt gevolgd, behoeft maar eens in de paar seconden te worden geobserveerd zolang het op flinke afstand met constante snelheid langs een rechte lijn vliegt. Na het inzetten van een bocht zal de afwijking tussen voorspelde en gemeten positie aangroeien. Deze afwijking kan dan weer worden verkleind door de observaties sneller opeen te laten volgen.
   Het risico dat een doelmanoeuvre tot verlies van een doel zal leiden neemt toe naarmate de afstand tussen radar en doel kleiner wordt. Dit risico kan weer worden verkleind door de observatiefrequentie op te voeren.

3. De observatieduur kan worden aangepast aan echosterkte, storingsniveau en clutter.
   Bij doelen met een klein reflecterend oppervlak, of bij doelen op grote afstand zal de echosterkte klein zijn, zodat door de lage signaal-ruisverhouding detectiekans en meetnauwkeurigheid afnemen. Om dit te

compenseren kan in plaats van een enkele uitzending een aantal uitzendingen in de betreffende richting worden toegepast. De reeks echo's wordt dan bij ontvangst, voordat doeldetectie en positieschatting plaatsvindt, opgeteld.
Dezelfde techniek kan worden gebruikt bij volgen of zoeken in richtingen van waaruit (opzettelijke) storing wordt ontvangen.
Echo's van vaste objecten, vegetatie en neerslag (clutter), kunnen worden onderdrukt terwijl doelen met voldoende radiale snelheid worden doorgelaten door toepassen van Moving Target Indication. Ook hierbij wordt gebruik gemaakt van een reeks van zendsignalen (zie derde para. volgende hoofdstuk).

4. De verschillende deeltaken kunnen naar prioriteit worden uitgevoerd.
Indien een phased-array systeem belast is met een aantal taken is het goed denkbaar dat niet alle taken volledig kunnen worden uitgevoerd binnen de beschikbare tijd. Door aan de vuurleiding een hogere prioriteit toe te kennen dan aan het volgen, en aan het volgen weer een hogere prioriteit dan aan het zoeken zal het systeem het belangrijkste werk zo goed mogelijk kunnen uitvoeren.

FUCAS

Het experimentele phased-array systeem FUCAS ontleent zijn naam aan de CAISSA phased-array antenne (1), waarop het een "follow-up" is.
De bedoeling van het systeem is om ervaring op te doen, zowel in hardware als in software, met een phased-array systeem dat geschikt is voor meerdere taken. Hierbij speelt de structurele opzet een grote rol; een slechte structuur zal leiden tot een kleine flexibiliteit en tot grote complexiteit, zodat storingen in de werking moeilijk zijn te localiseren.
De hoofdtaken van het systeem zijn het zoeken en het volgen van doelen.
Om met één uitzending naast de afstand ook de richting van eventuele echo's vrij nauwkeurig te kunnen bepalen wordt gebruik gemaakt van een monopulsvoorziening. Dit gebruik is afwijkend van dat in een conventioneel volgsysteem.
De toepassing van MTI, nl. met een stilstaande bundel, wijkt af van die bij een gewone rondzoekradar.
Ook de anti-storingsmaatregelen zijn aangepast aan de mogelijkheden van een phased-array systeem.

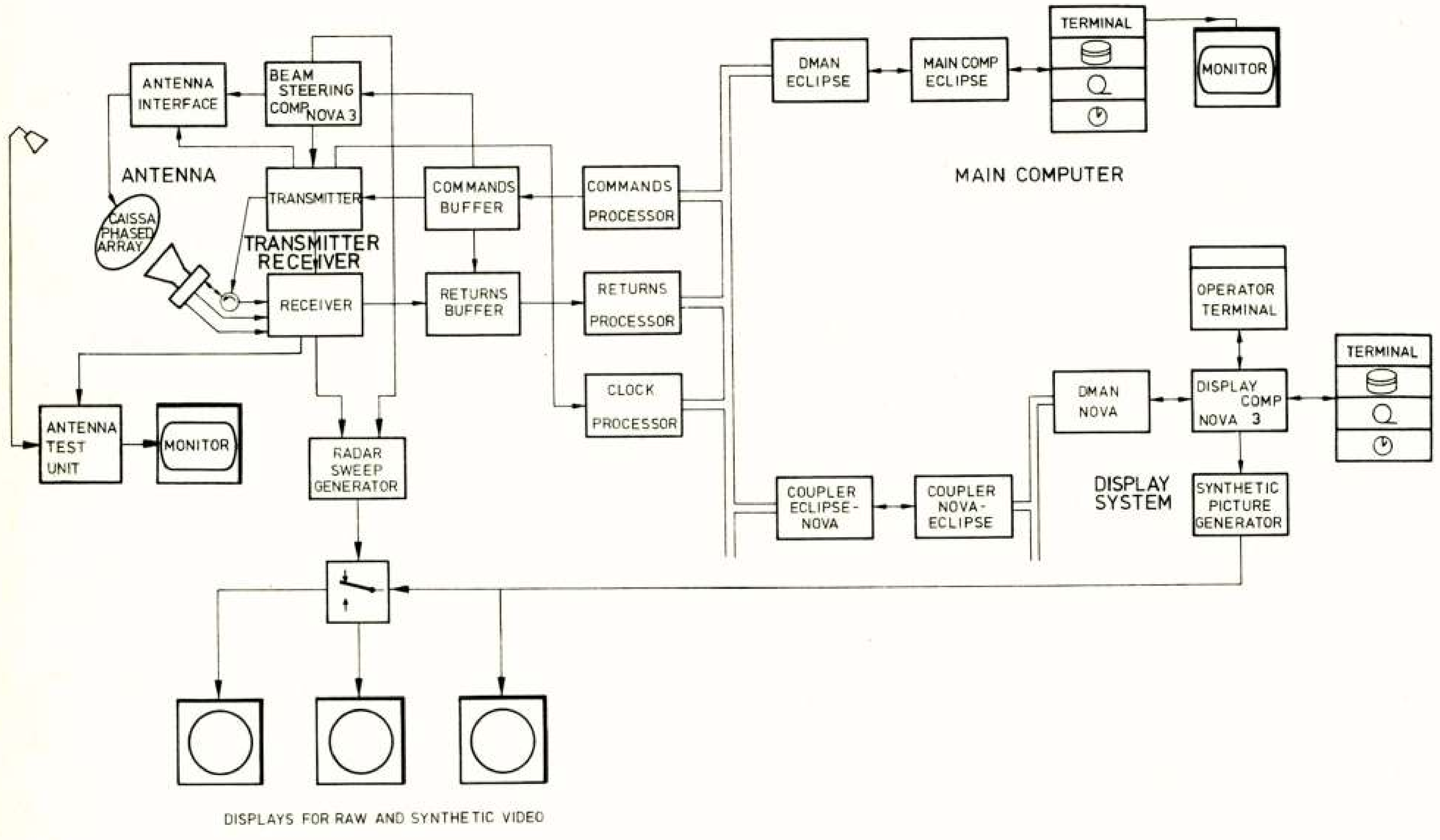


Fig.1: De opbouw van het FUCAS-systeem.

In november 1974 werd begonnen met het ontwerp van FUCAS. Dit gebeurde in samenwerking met het Laboratorium Elektronische Ontwikkelingen voor de Krijgsmacht TNO en met steun van Hollandse Signaalapparaten B.V. Het systeem is grotendeels vervaardigd op het Physisch Laboratorium TNO.

De opbouw

In figuur 1 is de opbouw van FUCAS aangegeven. De CAISSA-antenne staat niet vertikaal maar helt 20° achterover om de bundelverbreding, die ontstaat als de bundelrichting schuin op het antennevlak staat, gemiddeld zo klein mogelijk te maken. De fasedraaiers in de antenne worden voor zenden en ontvangst ingesteld door de bundelstuurcomputer, die daartoe de gewenste richting en de gebruikte draaggolffrequentie krijgt aangeboden.
De zendsignalen worden in de zender opgewekt en via de antenne uitgestraald. Bij ontvangst worden drie bundels gevormd: de sombundel, met hetzelfde patroon als de zendbundel, en verder een azimut-verschilbundel en een elevatie-verschilbundel voor het monopulssysteem. De ontvangsignalen worden in drie identieke ontvangkanalen versterkt, naar basisband gemengd, gefilterd, en na analoog-digitaalconversie verder digitaal verwerkt (in fase en fasekwadratuur) voor MTI, omhullende detectie en incoherente integratie.

De opdrachten voor het radarsysteem worden samengesteld in de "main computer", die een efficiente opvulling van de tijdlijn nastreeft door volgopdrachten naar individuele behoefte per doel vast te stellen en de ruimte daartussen op te vullen met zoekopdrachten. Blokken met opdrachten worden via een snel communicatiesysteem overgedragen aan de commands buffer, die de boodschappen distribueert over de betrokken systeemdelen.
In de returns buffer wordt het digitale som-video vergeleken met een drempel. Bij overschrijden daarvan wordt door interpolatie tussen de echo-amplitudes in naastelkaar gelegen afstandcellen de afstand tot het vermoedelijke doel zo nauwkeurig mogelijk geschat. Door combinatie met de gelijktijdige video-spanningen in de verschilkanalen wordt de richting van de echo bepaald. Afstand, richting en amplitude worden verwerkt in een terugmelding aan de main computer.

De gebruikte golfvormen zijn draaggolfpulsen van 1 µs en 20 µs, MTI pulsreeksen van maximaal 8 pulsen en pulsreeksen voor incoherente integratie van maximaal 100 pulsen. De draaggolffrequentie kan van puls tot puls worden gewijzigd.
Het piekvermogen van de travelling wave tube in de zendeindtrap is 50 kW. Het detectiebereik op een doel met een effectief reflecterend oppervlak van 10 m^2 is bij gebruik van een enkele 1 µs puls 30 km.

Voor het tonen van de echo's en de daarmee gereconstrueerde doelbanen dient een tweeledig beeldsysteem.
Signalen rechtstreeks uit een van de ontvangerkanalen worden weergegeven door intensiteitsmodulatie langs een lijn, die in richting en lengte overeenkomt met de projectie van de bundelas op het vlak van de phased-array antenne. Iedere lijn blijft op het beeldscherm enige seconden nalichten. De aldus verkregen beelden zijn vooral van belang voor de technicus, die aan de hand ervan de werking van het systeem kan beoordelen, parameters kan instellen en eventuele storingen kan localiseren (zie figuur 6).
Een tweede type beeld ontstaat door de historie van een of meer gevolgde doelen te tonen. Dit synthetische beeld bestaat per doel uit een gebroken lijn die de verbindingslijn is tussen posities die tot 10 minuten in de tijd teruggaan. Om drie-dimensionale informatie te verschaffen wordt elk doel zowel weergegeven op de gebruikelijke wijze (op PPI, dus polair met straal = afstand en hoek = azimut), als in een hoogteplaatje (afstand langs X-as, hoogte langs Y-as). Corresponderende sporen in beide plaatjes dragen hetzelfde volgnummer.
De informatie voor het synthetische beeld wordt door de main computer doorgegeven aan de display computer, die zorgt voor de uiteindelijke beeldvorming.
Een uitvoeriger beschrijving van opzet en werkwijze van het FUCAS-systeem kan worden gevonden in (2).

Sinusruimte

Een belangrijke keuze is die van het te gebruiken coördinatensysteem. Voor FUCAS werd gekozen voor het zgn. phased-array coördinatensysteem of sinusruimte (3). Daarbij wordt niet gewerkt met afstand, azimut en elevatie van een doel, maar met afstand, sin A en sin B. Hierin zijn A en B de hoeken tussen de lijn van antennecentrum naar doel en de respectievelijke projecties daarvan op een vertikaal vlak dat loodrecht op de antenne staat en een vlak loodrecht op dit vertikale vlak en de antenne.

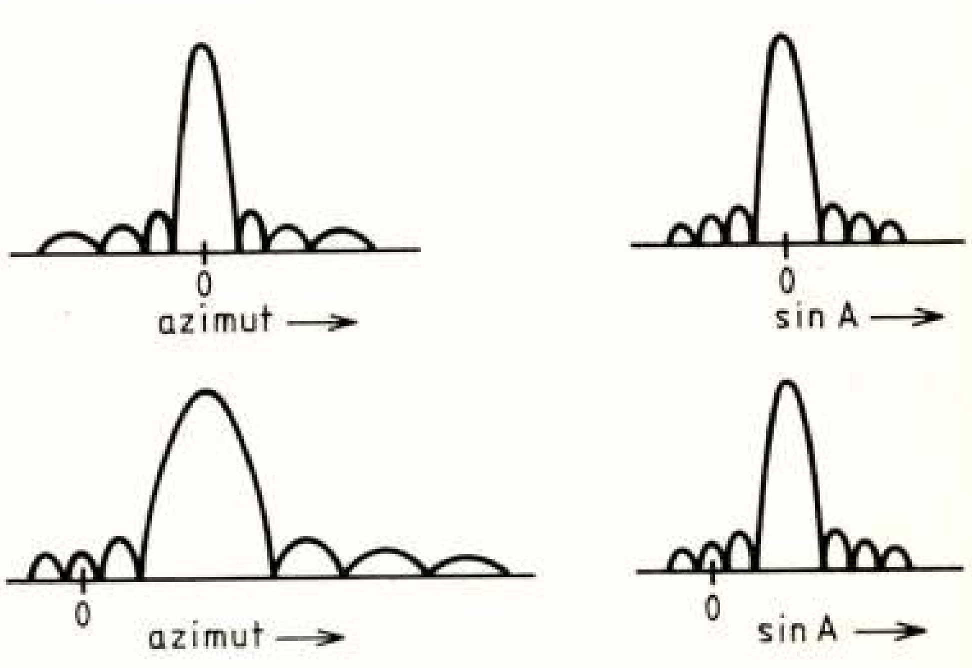


Fig.2: Antennepatronen behorend bij een bundels loodrecht (boven) en schuin (onder) op het antennevlak als functie van azimut (links) en sin A (rechts).

Het grote voordeel van het gebruik van sin A en sin B als richtingscoördinaten is dat het antennepatroon (als functie van sin A en sin B) onafhankelijk is van de bundelrichting. Ter illustratie hiervan is in figuur 2, linksboven een antennepatroon getekend voor een bundel loodrecht op de antenne en linksonder voor een schuine bundel, beide liggend in het vlak waarvoor het antennepatroon is weergegeven en als functie van de hoek t.o.v. de normaal op de antenne. Zoals bekend neemt de breedte van de hoofdlus toe evenredig met de reciproke van de cosinus van de scan-hoek.
Worden de patronen afgebeeld als functie van de sinus van de hoek met de normaal dan blijken ze voor beide bundelstanden gelijk te zijn; alleen de maximale antennewinst is voor de schuine bundel kleiner (rechterdeel figuur 2). Het grote voordeel van deze invariantie zal blijken bij de bespreking van de monopuls-algoritme.

De sinusruimte wordt ook toegepast bij het doelvolgen, waar R, sin A en sin B afzonderlijk per doel worden geobserveerd, afgevlakt en voorspeld. Daarbij treden schijnversnellingen op, zodat eenparig rechtlijnig vliegende doelen geen constante $\frac{dR}{dt}$, $\frac{d\sin A}{dt}$ en $\frac{d\sin B}{dt}$ hebben. De grootte van deze schijnversnellingen is echter alleen voor nabije doelen storend.

Het begrijpen van in phased-array coördinaten weergegeven doelbanen is lastig, te meer daar de antenne 20° achterover helt. De richting sin A = sin B = 0 is dus een lijn die een hoek van 20° maakt met het horizontale vlak. Daarom wordt voor het synthetische beeld gebruik gemaakt van R, azimut en hoogte.

Monopuls

Bevindt een doel zich binnen de halfvermogensbundelcontour van de antenne, dan kan de doelrichting ten opzichte van de bundelas worden afgeleid uit de spanningen, die worden afgeleverd door het somkanaal en beide verschilkanalen. Het verband tussen het quotient van uitgangsspanning van een verschilkanaal en van het somkanaal, zoals $\frac{V_{\Delta A}}{V_{\Sigma}}$, is een functie van de azimutafwijking tussen bundelas en doelrichting. Bij gebruik van phased-array coördinaten blijkt deze functie onafhankelijk te zijn van de bundelrichting. Bij geschikt ontwerp van de monopulshoorn blijkt deze functie bovendien monotoon in het gebied van interesse. Noemen we de inverse functie f dan geldt dus

$$\Delta\sin A = f\left(\frac{V_{\Delta A}}{V_{\Sigma}}\right)$$

waarin f onafhankelijk van A, B en bovendien onafhankelijk van de draaggolffrequentie.
Voor de CAISSA-antenne blijkt dezelfde functie f te gelden voor het verband tussen $\Delta\sin B$ en $\frac{V_{\Delta B}}{V_{\Sigma}}$.
De monopuls -algoritme krijgt dus de eenvoudige vorm weergegeven in figuur 3.

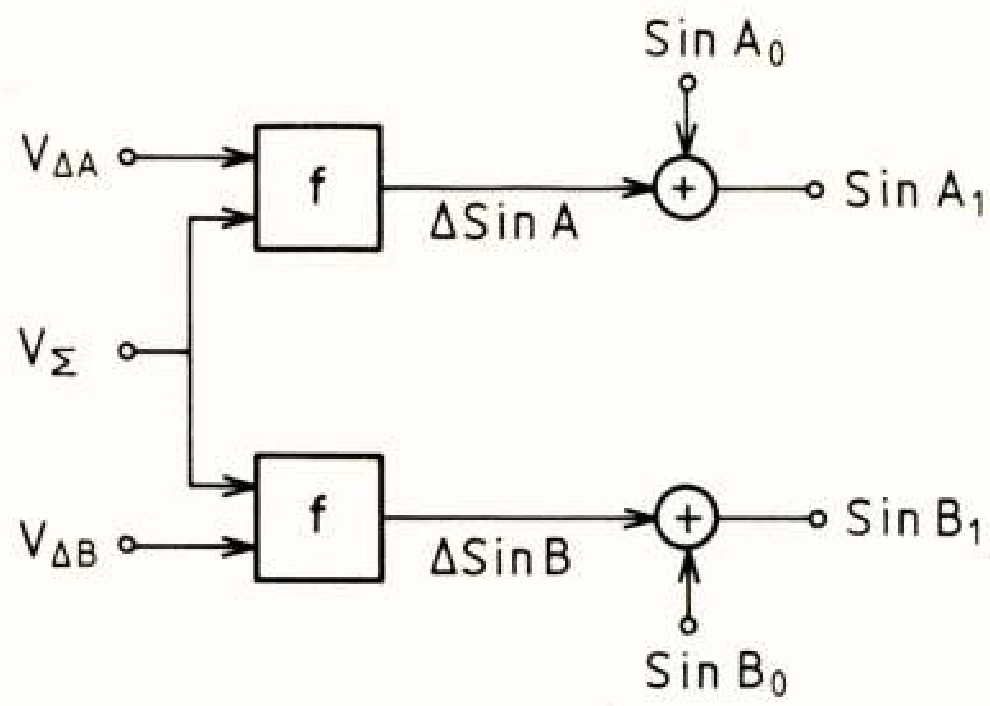


Fig.3: Monopuls-algoritme. A_o, B_o is de richting van de bundelas

Bij een conventionele volgradar blijft de bundel continu op het doel gericht. Bij gebruik van "monopuls" zorgt een regellus er dan voor dat de verschilspanningen zo klein mogelijk blijven.
Met FUCAS is gebleken dat het mogelijk is goede richtingsmetingen te doen met een enkele uitzending op doelen die tot een halve bundelbreedte van de bundelas zijn verwijderd.

De functie f is experimenteel bepaald (4). Een derde graads polynoom blijkt binnen de 3 dB-contour van de sombundel een maximale hoekfout te geven van 5% van de 3 dB openingshoek van de bundel. Binnen het centrale kwart van deze ruimtehoek is de maximale fout 2%.

Moving Target Indication

Echo's van doelen die een voldoende radiale snelheid hebben ten opzichte van de radarantenne kunnen door hun doppler-verschuiving worden gescheiden van ongewenste reflecties van terrein, vegetatie en neerslag. Hiertoe wordt een pulsreeks uitgezonden, waarin de fase van de gebruikte draaggolf constant is (deze coherentie kan zonodig in een ontvangermengtrap worden hersteld). Na ontvangst wordt de echoreeks gefilterd. In figuur 4 is een voorbeeld gegeven van een transversaal filter, dat bestaat uit een vertragingslijn voor signaalvectoren met aftakkingen corresponderend met het pulsinterval en alternerende binomiale weegcoëfficienten.
Doelen die een radiale snelheid hebben zullen meestal een zekere responsie opleveren. De echo's van doelen zonder radiale snelheid worden onderdrukt. Daarnaast zijn er radiale doelsnelheden, waarbij de fase van de signalen in de aftakkingen op een veelvoud van 2π na gelijk zijn en daardoor geen responsie opleveren: blinde snelheden.
De eerste blinde doppler-frequentie ligt bij

$$f_B = \frac{1}{T}$$

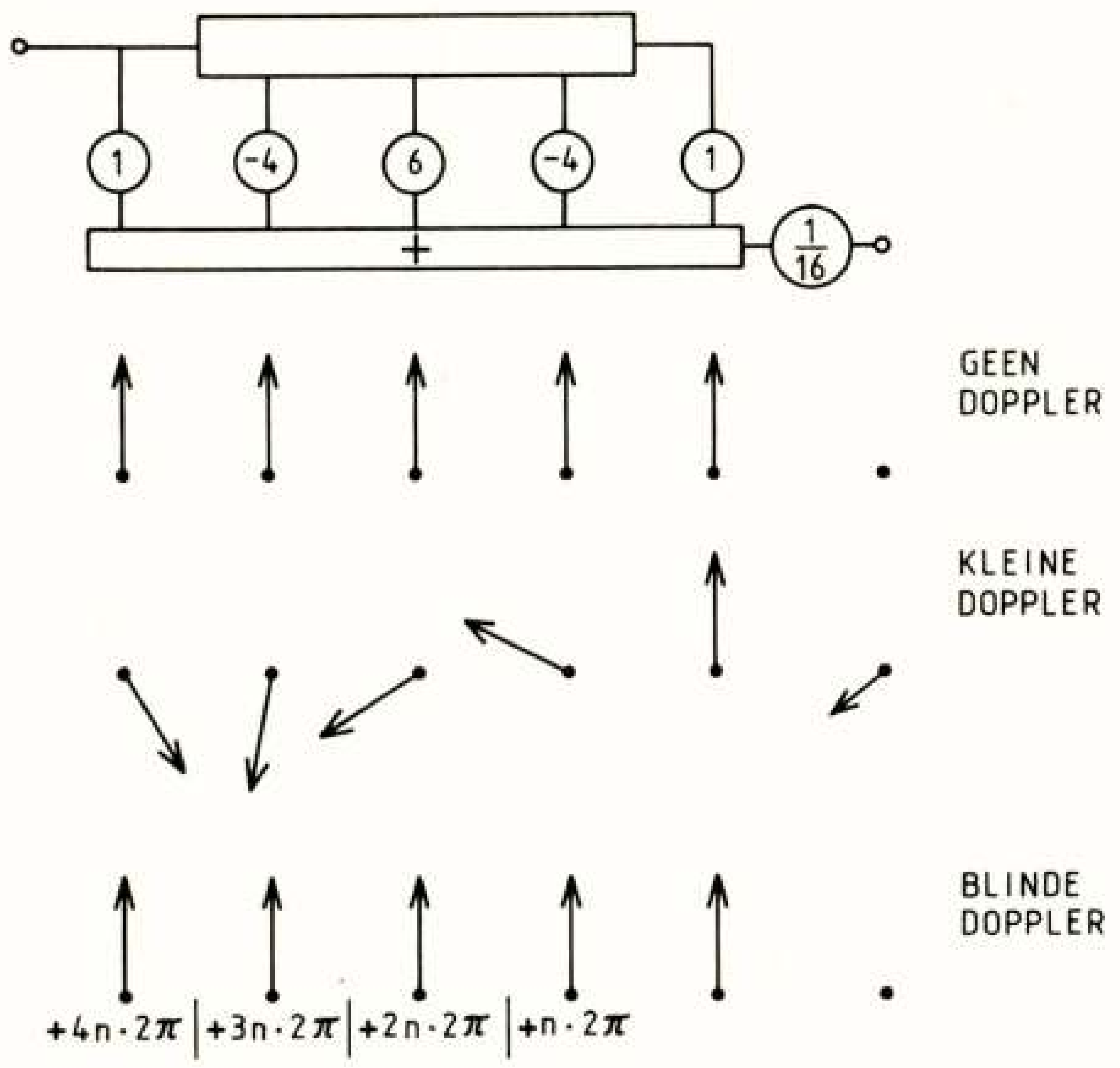


Fig.4: MTI filter met responsies van een stilstaand doel, een langzaam bewegend doel en een doel dat beweegt met een blinde radiale snelheid.

als T het pulsinterval is.
De overeenkomstige blinde snelheid is

$$V_B = \frac{c}{2} \cdot \frac{f_B}{f_C}$$

waarin c de lichtsnelheid en f_C de draaggolffrequentie.
Voor T = 1 ms en f_C = 5 GHz wordt gevonden V_B = 30 m/s.
In dit geval zijn er dus in het interval van ± de geluidssnelheid 22 blinde snelheden.

MTI is bij een phased-array systeem eenvoudiger dan bij een radar met een bewegende antenne. Bij een ronddraaiende antenne neemt de antennebundel bij iedere zendpuls een iets veranderde stand in, terwijl het totale aantal hits per scan (uitzendingen die een puntdoel treffen bij een bundelpassage) heel wat groter kan zijn dan het aantal echo's dat in een MTI-filter wordt gecombineerd. Zijn er n hits per scan en heeft het MTI-filter m aftakkingen, dan zal een puntdoel aanleiding geven tot m + n uitgangsvectoren van het filter. De hiermee corresponderende in- en uitschakelverschijnselen, die een nadelige invloed hebben op het onderdrukken van clutterecho's, worden grotendeels gecompenseerd door de amplitudeweging die ontstaat door het geleidelijk opschuiven van de antennebundel, waardoor de echo-amplitude eerst aangroeit en daarna afneemt.
Bij een phased-array wordt volstaan met m uitzendingen in dezelfde richting; per afstandsresolutiecel wordt alleen de uitgangsvector van het MTI-filter gebruikt die aanwezig is nadat het resultaat van de m^e uitzending ontvangen is. Er zijn dus geen in- en uitschakelverschijnselen en er treedt geen amplitudeweging op.

Een bekende remedie tegen blinde snelheden is het variëren van het pulsinterval: "staggered pulse repetition frequency", waardoor de faserelatie die leidt tot blinde snelheden wordt verstoord.
Bij een ronddraaiende antenne gebeurt dit veelal van omwenteling tot omwenteling: de blinde snelheden liggen dan bij opeenvolgende antenne-omwentelingen anders.
Bij een phased-array kan de pulsafstand binnen één MTI-pulsreeks worden gevarieerd, zodat het gewenste effect meteen wordt bereikt.
Prinsen (5) heeft bestudeerd welke weegfactoren moeten worden gekozen om een maximale clutteronderdrukking te realiseren en welke pulsintervallen resulteren in de beste doorlaatkarakteristiek van het MTI-filter.
In figuur 5 is een voorbeeld weergegeven van een doorlaatcurve voor een 5-puls MTI-reeks. De gebruikte gewichten zijn -16, 79, -124, 78 en -19, de gebruikte intervallen 1377, 1000, 1179 en 1294 µs. In dezelfde figuur is het normaal verdeelde cluttersnelheidsspectrum weergegeven ($\bar{v}$ = 0, σ_v = 2 m/s). De gemiddelde verbetering van de signaal-clutter verhouding over het gebied van -150 tot +150 m/s radiale doelsnelheid is 28 dB. Verder geldt T = 1 ms en f_C = 5 GHz.

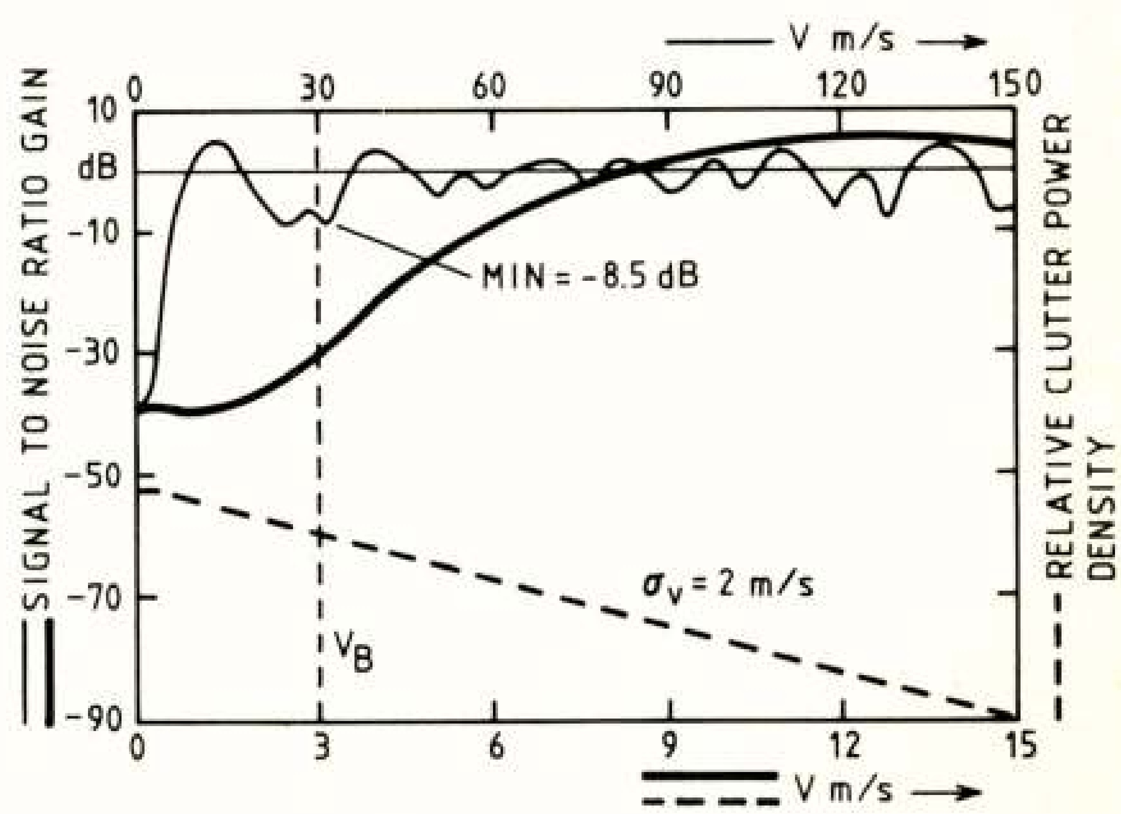


Fig.5: Snelheidskarakteristiek voor een 5-puls staggered MTI-reeks.

Doelvolgen

Het volgen van doelen met radar kan op verschillende manieren gebeuren.
Bij een radar met een ronddraaiende antenne wordt het "track while scan" principe toegepast: iedere echo wordt indien mogelijk geassocieerd met een der reeds bekende doelen en gebruikt om de kennis over positie en snelheid van dit doel te vernieuwen.
Bij een mechanisch radarvolgsysteem wordt de bundel continu op één doel gericht.

Bij een phased-array systeem is het mogelijk om vele doelen te volgen, elk met een observatie-interval aangepast aan de behoefte. Hierbij wordt het observatie-interval zo gekozen dat de volgfout voldoende klein blijft.

Volgfouten zijn het gevolg van
- ruis en storing
- fouten in de monopulsrichtingsschatting
- glint, een schijnbare fluctuatie in de positie van het doel t.g.v. interactie van deelreflecties van het doel
- doelmanoeuvres
- schijnversnellingen

Een belangrijke voorwaarde is dat het associatievolume, dat gelijk is aan het voorspelvolume geldend voor het moment van observatie van een doel, altijd ligt binnen de 3 dB contour van de antennebundel.

Door Navarro (5) is bestudeerd op welke wijze een adaptief volgfilter kan worden verkregen.

BESLUIT

Het FUCAS systeem wordt momenteel beproefd, waarbij een vuurleidingsradar van de Koninklijke Landmacht dient als referentie.

Een demonstratie videotape is samengesteld, waarmee beelden van het directe video kunnen worden getoond. Een voorbeeld daarvan is afgebeeld in figuur 6, waarin een zoekslag te zien is in elf vlakken van constante elevatie (elk vlak is een deel van een kegelmantel met de kegel ondersteboven en de top in het centrum van de antenne).

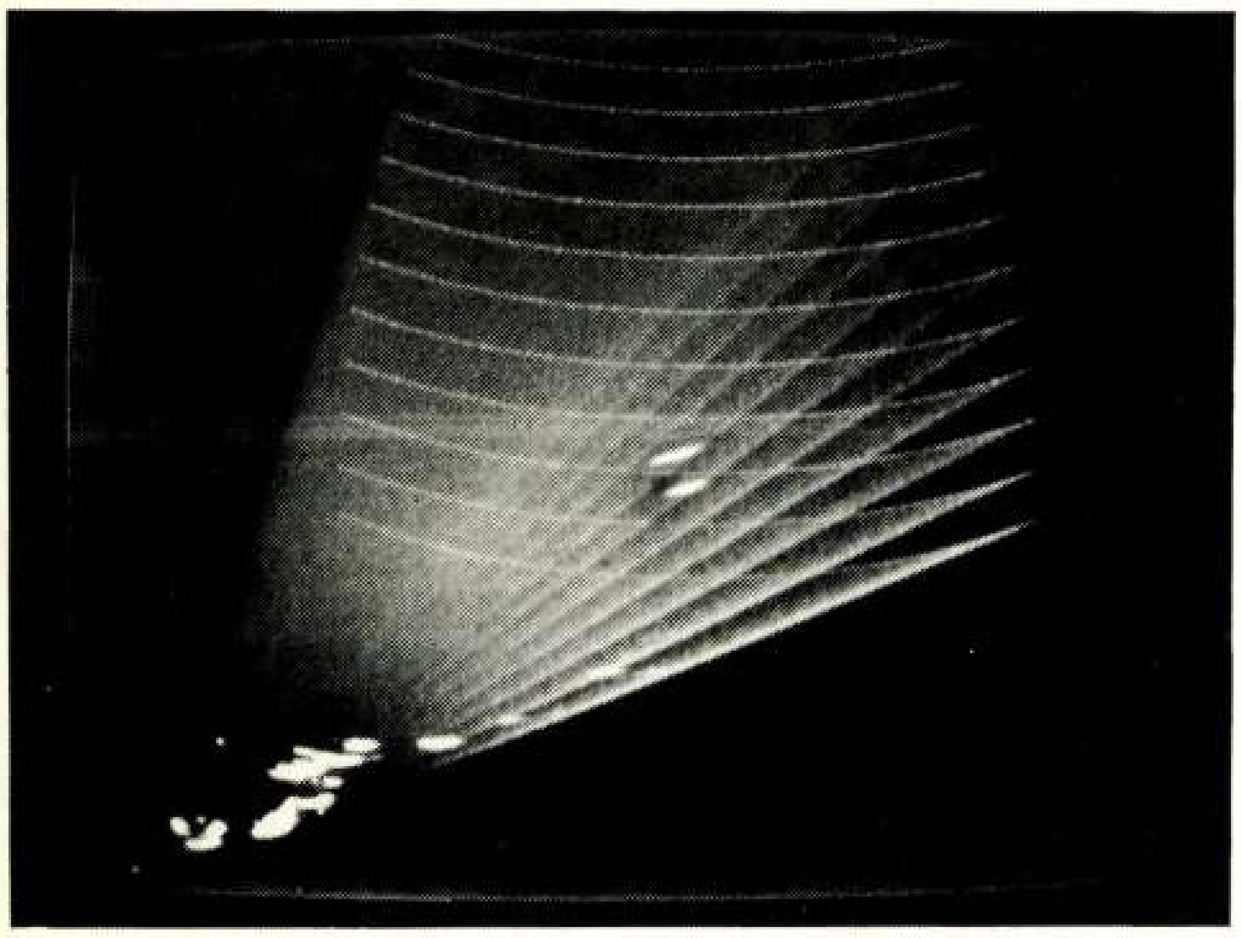


Fig.6: Scan in 11 kegelvlakken oplopend van 0° (horizontale vlak) tot 40°.

Het elevatie-increment is 4°, wat overeenkomt met de 3 dB bundelopeningshoek van een bundel loodrecht op de antenne. De kegelvlakken worden na elkaar afgewerkt met een tempo van 1 vlak per seconde. De pulsherhalingsfrequentie is ca. 500 Hz. Het azimutbereik bedraagt 100°.

Het onderste "kegelvlak" is het horizontale vlak door de antenne.

Om een beter ruimtelijk inzicht te krijgen is het radarcentrum op het scherm langs elektronische weg verplaatst naar linksonder, zodat een waarnemer de indruk krijgt dat hij rechtsachter de radarantenne staat.

In het horizontale vlak zijn echo's te zien van bebouwing. In vlak 6 en 7 is een echo zichtbaar van een vliegtuig op 19 km afstand. Uit de verhouding van de echosterkte in beide vlakken volgt dat de elevatie van het doel iets meer dan 22° is. De 11 gebogen lijnen zijn de doorsnijdingen van de kegelvlakken met een bol rond de radar met een straal van 32 km.

DANKBETUIGING

De auteur bedankt de velen in en buiten het Physisch Laboratorium die hebben bijgedragen aan het FUCAS project.

LITERATUUR

(1) J. Snieder, "The design, construction and test result of the CAISSA space-fed phased-array antenna", Military Microwaves Conference Proceedings pp. 391-402, okt. 1978.

(2) G.A. van der Spek, "FUCAS, an experimental phased-array radar system", International Conference Radar-77, IEE Conference Publication nr. 155, pp. 25-28, okt. 1977.

(3) W.J. van Aulock, "Properties of phased arrays", Proc.IRE, vol. 48, pp. 1715-1727, okt. 1960.

(4) F.B. Rijsdijk en G.A. van der Spek, "The measurement of echo direction in a phased-array radar", IEEE Trans. AES, vol.14, no. 2, pp.226-236, maart 1978.

(5) P.J.A. Prinsen, "Elimination of blind velocities of MTI radar by modulating the interpulse period", IEEE Trans.AES, vol.9,no.5, pp.714-724, sept. 1973

(6) A.M. Navarro, "Procedure for tracking manoeuvring targets with a multi-purpose phased-array radar system", International Conference Radar-77, IEE Conference Publication no. 155, pp. 150-154, okt.1977.

Voordracht gehouden op 16 november 1978 in het Physisch Laboratorium TNO te den Haag, tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG (nr. 275), IEEE Benelux sectie en de sectie voor Telecommunicatietechniek KIvI.

THE APPLICABILITY OF CONTROLLABLE ANTENNA POLARIZATIONS TO RADAR SYSTEMS

A.J. Poelman
SHAPE Technical Centre, The Hague

This paper reviews various aspects of radar transmission and reception which are affected by the polarization state of the emissions, the object backscattering and the interference fields. The implications of radar object backscattering are discussed in terms of scattering matrix theory.

As the polarization state of an electromagnetic wave is a carrier of information, its employment may result in an improved target detection capability of the radar system, both in natural and man-made interference environments. The paper is concerned with the adaptive suppression of unwanted signals; this suppression is effected by appropriately matching the antenna polarizations at transmit and receive. As a consequence an improvement can be expected in the ratio of the average target signal to the average unwanted signal power at the input of the detection receiver. The effectiveness of adaptive "software" processing schemes is illustrated to a limited extent by referring to measured and theoretical data available in the open literature, and in addition the fundamental limitations of the governing methods are discussed.

The effectiveness of orthogonally-polarized noncoherent receiving channels in relation to the detection of target echoes in unpolarized gaussian noise is considered in some detail, and a survey is given of potential areas of application of controllable polarization in the field of radar.

INTRODUCTION

This paper describes how unwanted radar echoes and interference signals can be suppressed by appropriately matching a radar system's antenna polarizations at transmit and receive. The motivation for studying this particular suppression method is an expected improvement in the ratio of the average target signal power to the average unwanted signal power at the input of the detection receiver. The expected end result is a significant improvement in target detection performance.

The polarization phenomena are described in terms of matrix algebra, which is suitable for investigating and deriving promising signal processing techniques. This approach also gives an insight into the advantages and limitations of using controllable antenna polarizations for unwanted signal suppression.

The mathematical descriptions used for polarized waves and antennae and for the radar object backscattering operator (with its characteristic polarizations) are in no way new (Deschamps 1951, Born and Wolf 1965, Graves 1956, Huynen 1962, 1970). However, they are included in the paper because it would be difficult to follow the discussion without them.

The physical mechanism that determines the properties of backscattered waves in terms of polarization is scarcely discussed in this paper. Instead, interest is directed towards the object backscattering properties actually measured. This is also the basis for the practical applications which the paper proposes.

For the convenience of the reader, the phenomenon of polarization and some basic concepts and definitions are briefly reviewed at this point (see also Fig. 1):

- The fundamental phenomenon of polarization can be explained (King, 1977) by conceiving an electromagnetic wave as a transverse wave motion, i.e. the oscillatory vibrations are at right angles to the direction of propagation.
- Polarization state refers to the orientation of the electric field vector at a given point in space during one period of oscillation.
  In the general case the terminus of this vector describes an ellipse, such that looking along the direction of propagation the direction of rotation (or sense of polarization) will either be right-handed or left-handed. Well-known special cases are horizontal and vertical polarization, and the right-handed and left-handed circular polarizations.
  (a) The polarization state of an electromagnetic field is completely defined by a polarization ellipse for which the following characteristics are known:
    - *the ellipticity ratio (i.e. the minor to major axis ratio),*
    - *the orientation angle of the major axis relative to a selected reference axis, e.g. the horizontal axis, and*
    - *the sense of polarization.*

  (b) These same characteristics can be used to define the polarization state of antennae.
- Orthogonal states of polarization:
  (a) two electromagnetic fields are said to be

orthogonally-polarized, if they possess identical ellipticity ratios, opposite-handed senses of polarization and orientation angles that differ by 90°.

(b) These same characteristics can be used to define orthogonally-polarized antennae.

On the basis of these concepts and definitions it can be shown that an antenna system at receive has maximum sensitivity for an incoming field that has the same polarization as the antenna system had at transmit, and it has minimum (i.e. zero) sensitivity for an incoming field with the orthogonal polarization.

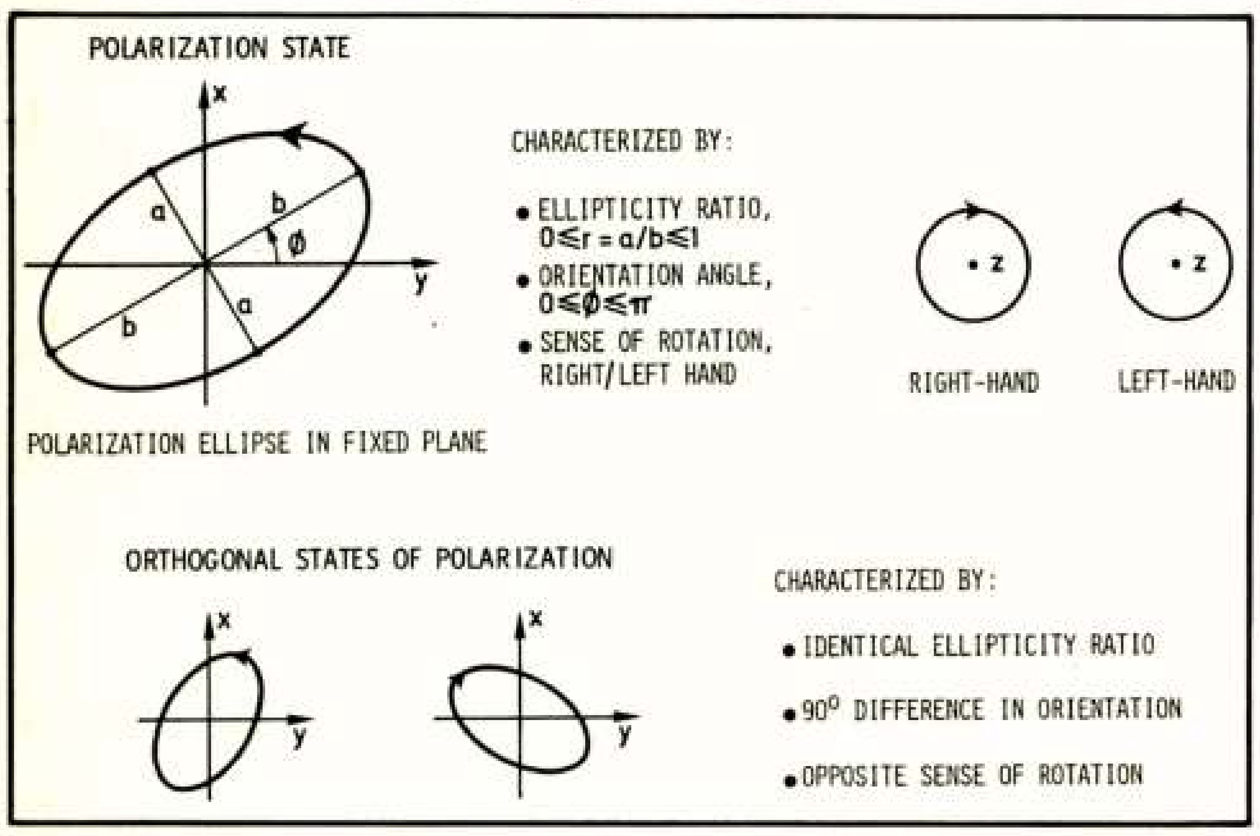


Fig. 1 : Polarization state and orthogonal states of polarization

OBJECT BACKSCATTERING AND RADAR RECEPTION IN TERMS OF POLARIZATION

The polarization state of a backscattered wave is determined by the type of transmit polarization and by the geometry (or structure) and the electrical properties of the illuminated object. The backscattering properties of the object can be represented by its backscattering operator, the so-called scattering matrix. This operator depends on the wavelength of the radiation, the orientation of the object about the line-of-sight direction, and the aspect angle at which the object is observed.

In the general case the backscattered wave will have a polarization which differs from that of the transmitted wave, see Fig. 2; the backscattered wave is then said to be depolarized. Furthermore, since any plane electromagnetic wave can be decomposed into an arbitrary pair of orthogonally-polarized waves (Born and Wolf 1965, Huynen 1970), it is convenient to decompose the backscattered wave into a parallel-polarized component (i.e. one that has the same polarization as the transmitted wave) and an orthogonally-polarized component.

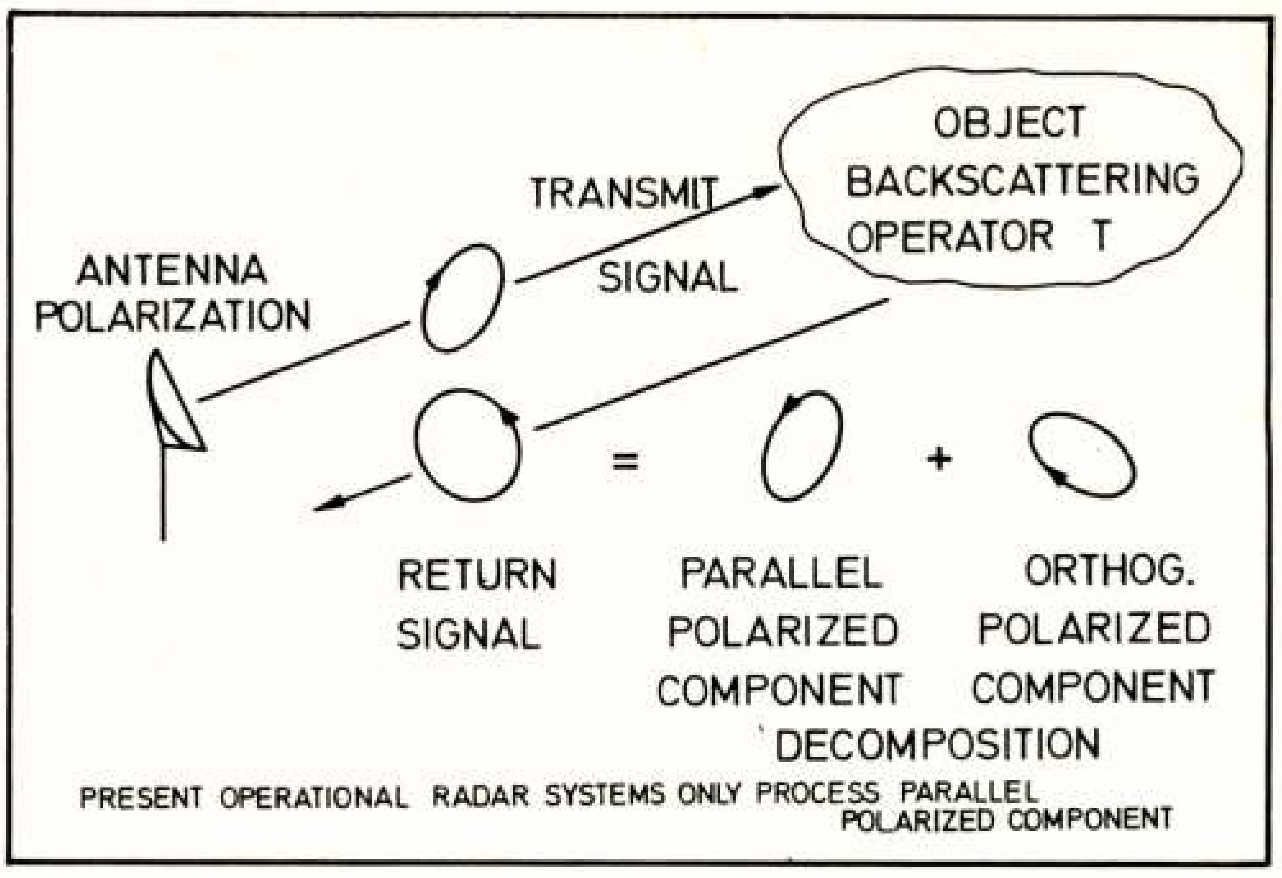


Fig. 2 : Object backscattering and radar reception

Nowadays, operational radar systems utilize identical antenna polarizations at transmit and receive, and consequently they reject the orthogonally-polarized component of the backscattered wave. In other words, the backscattered vector field at receive is converted to a scalar quantity prior to processing. Unfortunately this means that the contribution of the polarization as an element of information is thereby lost, and in addition the signal power in the orthogonally-polarized component of the backscattered wave is not put to use.

Most present-day operational radar systems have the freedom to operate at will with linear polarization (usually horizontal or vertical) or circular polarization. This latter form of polarization is employed to suppress rain clutter (White 1954) and currently it is only in this technique that the backscatter depolarization effect is used to improve the ratio of the average wanted signal power to the average unwanted signal power at the input of the detection receiver. The physical explanation for this improvement is that the drops in a raincloud have a more or less spherical geometry and thus the specular reflections by far dominate the non-specular reflections (see Fig. 3). The loss in target echo strength of 3 to 6 dB (relative to the echo for horizontal polarization) is amply compensated by the suppression of rain clutter by 15 to 30 dB (White 1954, Nathanson 1975). Measurements show that for aircraft targets the specular reflections are on average of the same order as the non-specular reflections.

Nevertheless, these radar systems also process the returns at receive by first converting to a scalar quantity. A consequence of this approach is an observed loss of 3 to 6 dB in target echo strength in rain-clutter-free sectors (compared with the use of horizontal polarization).

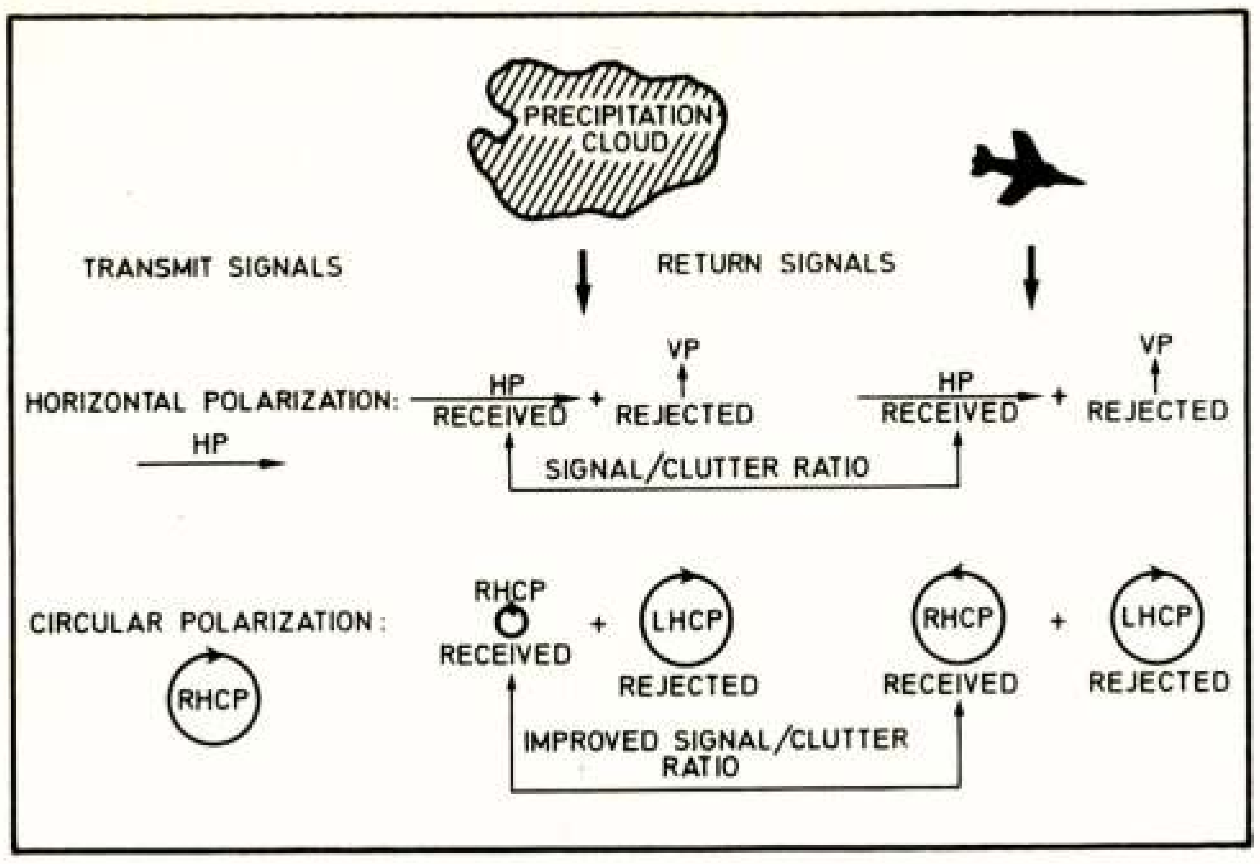


Fig. 3 : Circular polarization and precipitation clutter suppression

These observations strongly support the advisability of considering a radar system which has a pair of orthogonally-polarized antennae and receiving channels, and utilizes vector processing for the echoes and interference signals (Poelman 1971, Nathanson 1975).

COMPARISON OF SCALAR- AND VECTOR-PROCESSING

In scalar signal-processing any object is regarded as a point source of return scattering. The fact that the return wave is depolarized due to the extension of the object is not exploited. This processing method utilizes the differences in statistical properties of object cross-sections and the differences in the apparent speeds of objects by virtue of their different kinetic properties, for target detection against an unwanted background. The information-elements that represent these differences are reflected in the amplitude and frequency (doppler) of the parallel-polarized component of the return signals.

On the other hand, in vector signal-processing the depolarized return wave is exploited. Consequently, account is taken of the polarization state of the transmitted waves, of the backscattered waves, and of the interference waves. Object reflection is dealt with in terms of a scattering matrix, which may be considered as a generalization of the object radar cross-section. From the physical point of view, the scattering matrix reflects the object geometry (or structure), either actual or apparent. In other words, this processing method utilizes the differences in the actual or apparent geometries or structures of the objects (which are of course affected by their kinetic properties) for target detection against an unwanted background. An improvement in target detectability is expected because appropriate adaptation of the antenna polarizations at transmit and receive ensures maximum suppression of unwanted echoes.

However, vector processing requires more than just a pair of orthogonally-polarized receive antennae and channels. In order to be able to draw full benefit of the vector approach to unwanted signal suppression, the radar system should have a special transmission mode whereby orthogonally-polarized waveforms are radiated alternately.

The main differences between the two methods of processing are summarized in Fig. 4.

SCALAR APPROACH	VECTOR APPROACH
NOT UTILIZED:	UTILIZED:
WAVE POLARIZATION (EXCEPTION :CP)	WAVE POLARIZATION
OBSERVED:	OBSERVED:
CROSS-SECTION (+ DOPPLER-SHIFT)	SCATTERING MATRIX (+ DOPPLER-SHIFT)
ANTENNA SYSTEM:	ANTENNA SYSTEM:
IN PRINCIPLE SINGLE-POLARIZED	DUAL-POLARIZED
RECEIVER:	RECEIVER:
SINGLE-CHANNEL	DUAL-CHANNEL
TRANSMIT MODE:	TRANSMIT MODE:
FIXED POLARIZATION (E.G. HP,VP,CP)	ALTERNATE ORTHOGONALLY POLARIZED WAVEFORMS

Fig. 4 : The scalar and vector approaches to signal processing

At this stage the reader is reminded that an electromagnetic wave has four basic characteristics:

- phase or direction
- amplitude (power)
- frequency
- polarization.

All four of these characteristics are potential carriers of information. Consequently it is obvious that the optimum detection receiver would be one which uses all of the information available in the backscattered electro-magnetic wave. In this context it should be noted that vector signal-processing is compatible with doppler signal-processing.

MATHEMATICAL DESCRIPTION OF FIELDS AND ANTENNAE IN TERMS OF POLARIZATION

Time-harmonic fields and antennae

A survey of the more important formulae for time-harmonic fields, antennae, and received powers, expressed both in field component parameters and Stokes parameters (mainly obtained from Huynen 1970), is presented in Fig. 5.

In a cartesian right-hand x-y-z coordinate system in which the y-axis is horizontal, a time-harmonic elliptically-polarized plane wave can be described by its electric field vector $\underline{E}$, and this can be decomposed into the orthogonal field components E_y and E_x. The same type of expression may be used to characterize the polarization state of the transmit antenna ($\underline{h}_T$) and the orthogonally-polarized receive antennae ($\underline{h}_R$ and $\underline{h}_{R_\perp}$). The gain of each antenna is assumed to be unity.

	FIELD COMPONENT PARAMETERS	STOKES PARAMETERS
EM-FIELD	$\underline{E}=\begin{bmatrix}E_y\\E_x\end{bmatrix}$	$h(\underline{E})=\begin{bmatrix}h_0\\h_1\\h_2\\h_3\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}\lvert E_y\rvert^2+\lvert E_x\rvert^2\\2\,IM(E_y^* E_x)\\\lvert E_y\rvert^2-\lvert E_x\rvert^2\\2\,Re(E_y^* E_x)\end{bmatrix}$
POWER / UNIT AREA	$P=\lvert E_y\rvert^2+\lvert E_x\rvert^2$	$P=h_0=(h_1^2+h_2^2+h_3^2)^{1/2}$
ANTENNAS	$\underline{h}_T=\begin{bmatrix}h_y\\h_x\end{bmatrix}, \underline{h}_R, \underline{h}_{R\perp}$	$f(\underline{h}_T)=(f_0,f_1,f_2,f_3), g(\underline{h}_R), g(\underline{h}_{R\perp})$
GAIN	$\lvert h_y\rvert^2+\lvert h_x\rvert^2=1$	$f_0=(f_1^2+f_2^2+f_3^2)^{1/2}=1, g_0=1$
RECEIVED POWER	$P_R=\lvert V_R\rvert^2=\lvert\begin{bmatrix}1&0\\0&-1\end{bmatrix}\underline{E}.\underline{h}_R\rvert^2$ $P_{R\perp}=\lvert V_{R\perp}\rvert^2$	$P_R=1/2\begin{bmatrix}1&0&0&0\\0&1&0&0\\0&0&1&0\\0&0&0&-1\end{bmatrix}h(\underline{E}).g(\underline{h}_R),\ P_{R\perp}$
ORTHOGONALLY-POLARIZED FIELDS AND ANTENNAS	$\underline{E}.\underline{E}_\perp^*=0$ $\underline{h}.\underline{h}_\perp^*=0$	$h(\underline{E}).h_\perp(\underline{E})=f(\underline{h}).f_\perp(\underline{h})=g(\underline{h}).g_\perp(\underline{h})=0$ IF $h=(h_0,h_1,h_2,h_3)\rightarrow$ $h_\perp=H(h_0,-h_1,-h_2,-h_3)$

Fig. 5 : Time-harmonic elliptically-polarized fields and antennae

When the absolute phase is not a relevant parameter, then it is convenient to use the Stokes vector representation for elliptically-polarized plane waves and antenna polarizations. The Stokes vector, $h(\underline{E})$, of an electromagnetic field has four real components which are related to the two components of the electric field vector. For a time-harmonic field these four components are not independent and their relationship can be represented in an expression for the power per unit area contained in the wave. Furthermore, if f represents the Stokes vector of the transmit antenna, then component f_o represents the antenna gain.

When $\underline{E}$ and h are respectively the notations for the electric field vector and the Stokes vector of an incoming field, and the notations $\underline{h}_R$ and g complemented by $\underline{h}_{R\perp}$ and $g_\perp$ are the corresponding notations for the orthogonally-polarized receive antennae, then the received powers at the antenna terminals are expressible in terms of these parameters by relatively simple formulae. The diagonal matrices in these formulae represent a coordinate transformation, which is required because the incoming field and the receive antennae are facing each other instead of being aligned along the same z-direction. Acutally, mathematical relationships linking orthogonally-polarized waves and antennae follow immediately from the definition of orthogonal vectors, and they reflect the fact that the orthogonal polarizations are not unique, since they may have an arbitrary amplitude or power (gain) and an arbitrary absolute phase.

From the formulae for received power and the definition of orthogonal polarization it can also be shown analytically that the antenna polarizations at receive can be selected such that one channel gives a null-response and the other channel gives a maximum response.

Time-varying fields

Up to this point the discussion has been restricted to monochromatic or completely-polarized electromagnetic plane waves. However, in the general case an electromagnetic plane wave will be time-varying and thus has complex electric field components which are dependent on time: $E_y(t)$ and $E_x(t)$. This will be the case for interference fields and also for backscattered fields when objects are moving or when fixed objects have a complex geometry or structure. It is then customary to define such a so-called partially-polarized plane wave by the coherency matrix or the average Stokes vector of the complex electric field components $E_y(t)$ and $E_x(t)$. Both representations are characterised by variances and co-variances, where it is assumed that the absolute phases of $E_y(t)$ and $E_x(t)$ are uniformly distributed and independent of the moduli, such that E_y and E_x are gaussian distributed with average values $<E_y(t)>$ and $<E_x(t)>$ equal to zero. In this paper it is the average Stokes vector representation that is used. A survey of related definitions/formulae (obtained from Born and Wolf 1965, Huynen 1970) is presented in Fig. 6, which is followed by an explanation.

AVERAGE STOKES VECTOR:

$$h\{<\underline{E}(t)>\}=\begin{bmatrix}h_0\\h_1\\h_2\\h_3\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}<\lvert E_y\rvert^2>+<\lvert E_x\rvert^2>\\2<IM(E_y^* E_x)>\\<\lvert E_y\rvert^2>-<\lvert E_x\rvert^2>\\2<RE(E_y^* E_x)>\end{bmatrix}$$

PART. POL. WAVE: $h_0^2>h_1^2+h_2^2+h_3^2$

COMPL. POL. WAVE: $h_0^2=h_1^2+h_2^2+h_3^2$

COMPL. UN-POL. WAVE: $h_1=h_2=h_3=0$

DECOMPOSITION THEOREM:

$$h\{<\underline{E}(t)>\}=(h_0,h_1,h_2,h_3)=\underbrace{(\bar{h}_0,h_1,h_2,h_3)}_{\text{COMPL. POL.}}+\underbrace{(h_0-\bar{h}_0,0,0,0)}_{\text{COMPL. UN-POL.}}$$

DEGREE OF POLARIZATION: $p=\bar{h}_0/h_0,\ 0\leq p\leq 1$

EXTREME RESPONSES AT RECEIVE:

$<P_R>_{min}=1/2\,h_0(1-p),\ <P_R>_{max}=1/2\,h_0(1+p)$

Fig. 6 : Time-varying fields; the average Stokes vector and the decomposition theorem

- *The average Stokes vector of a partially-polarized plane has four components which are independent of each other. A completely-polarized wave which has a Stokes vector with 3 independent components is a special case, as too is a completely-unpolarized*

or randomly polarized wave which has an average Stokes vector with only one component (h_o) not equal to zero.

- *The decomposition theorem states that any partially-polarized plane wave may be regarded as the sum of a completely polarized wave and a completely unpolarized wave; these waves are mutually independent and the representation is unique.*
- *The ratio of the average power contained in the completely-polarized portion to the total average power contained in the wave is called the "Degree of Polarization" of the wave and is denoted by p. A completely-polarized wave has a p-value equal to unity, and a completely unpolarized wave has a p-value equal to zero.*
- *When the average Stokes vector of the incoming field is known, then the normalized antenna polarizations resulting in extreme responses at receive follow immediately. The maximum and minimum average power at the receive antenna terminals can then be expressed in terms of* h_o *(the average power contained in the wave) and* p *(the wave's degree of polarization). It should be noted that* $\frac{1}{2}h_o(1 - p)$ *corresponds to half of the average power contained in the completely-unpolarized portion of the incoming field.*

On the basis of the foregoing it can be shown that when the incoming field is completely unpolarized, the average received powers at the terminals of any arbitrary pair of orthogonally-polarized antennae will be identical. From this it follows that the degree of polarization plays an important role in processing schemes that use appropriate adaptation of the antenna polarizations for the suppression of unwanted signals.

ADAPTIVE NOISE INTERFERENCE SUPPRESSION

This section proposes the implementation of a system which has orthogonally-polarized receive antennae that can have their polarization adapted to be parallel and orthogonal to the polarization of the completely-polarized portion of the incoming field. After suppression of the completely-polarized component, the signals are submitted for detection processing. Since the received signal in the orthogonal channel has an average power equal to half of the average power contained in the completely-unpolarized component of the interference field, it can be processed further without any weighting. In the parallel channel, however, a portion of received signal, proportional to the average power contained in the completely-polarized component of the interference field, is subtracted prior to further processing. In practical terms the signal in question is multiplied by a weighting factor of $\{(1 - p)/(1 + p)\}^{\frac{1}{2}}$.

Since in practice a radar system can be confronted with a number of spatially-distributed noise interference sources, a "hardware" adaptation of the antenna polarizations is out of the question. The transmit and receive antenna polarizations have to have a fixed pattern, e.g. alternate horizontal and vertical polarization transmission or alternate right-handed circular and left-handed circular transmission. The actual adaptation of the antenna polarizations has to occur in "software", and thus a learning process is necessary (Poelman 1977). A method such as this requires the continuous measurement of the interference signals in a running window that contains a number of range cells, and storage of these measurements. Sampling and averaging over a window is necessary because one of the range cells might contain a target. From this data the average Stokes vector of the interference field can be estimated, and this determines the polarization suppression filter for the window in question. In effect this technique is a software filter which accomplishes an adaptive polarization transformation and weights the signals appropriately. After the stored data of each range cell in the window is processed in this filter, the signals are submitted to the target detection process. A step-by-step presentation of the adaptive interference suppression method is given in Fig. 7.

- ADAPTATION OF $g(\underline{h}_R)$ (AND $g_\perp$) PARALLEL (AND ORTHOGONAL) TO COMPLETELY POLARIZED PORTION OF INTERFERENCE FIELD
- SCHEME USES ESTIMATION OF AVERAGE STOKES VECTOR OF THE INTERFERENCE FIELD IN A WINDOW

STEP 1 CONTINUOUS MEASUREMENT AND STORAGE OF RECEIVED SIGNALS IN ORTHOGONALLY-POLARIZED CHANNELS

STEP 2 ESTIMATION OF AVERAGE STOKES VECTOR IN A WINDOW:
$h = (h_0, h_1, h_2, h_3) = (h_0 - \bar{h}_0)(1,0,0,0) + \bar{h}_0(1, h_1/\bar{h}_0, h_2/\bar{h}_0, h_3/\bar{h}_0)$

STEP 3 DECOMPOSITION INTO ORTHOGONAL STOKES VECTORS:
$h = \frac{1}{2}(h_0 - \bar{h}_0)(1, -h_1/\bar{h}_0, -h_2/\bar{h}_0, -h_3/\bar{h}_0) + \frac{1}{2}(h_0 + \bar{h}_0)(1, h_1/\bar{h}_0, h_2/\bar{h}_0, h_3/\bar{h}_0)$,
WHICH DETERMINE THE ADAPTIVE RECEIVE POLARIZATION $g(\underline{h}_{R_\perp})$ AND $g(\underline{h}_R)$ RESPECTIVELY

STEP 4 PROCESSING OF STORED RESOLUTION CELL DATA THROUGH ESTABLISHED ADAPTIVE POLARIZATION FILTER

STEP 5 PROCESSING OF THE SIGNALS $V(\underline{h}_{R_\perp})$ AND $V(\underline{h}_R)\sqrt{\frac{1-p}{1+p}}$ FOR TARGET DETECTION

NOTE: PROCESSING OF $V(\underline{h}_{R_\perp})$ ONLY, IS OPTIMUM FROM THE SUPPRESSION POINT OF VIEW

Fig. 7 : Adaptive noise interference suppression; processing steps

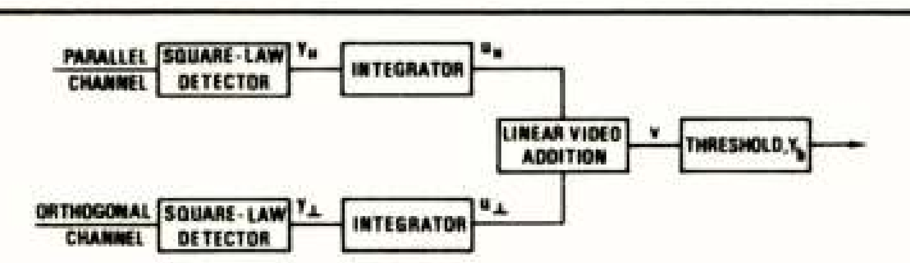
The limit of the suppression capability of the system is completely determined by the degree of polarization of the interference field during the observation time period. For example: if p = 0.75 then the ratio of minimum to maximum received average noise power is equal to -8.5 dB. However, since the target returns are also processed via the polarization filter, a loss in target signal strength of approximately 3 dB (relative to that obtained with fixed horizontal polarization) must be taken into account. From these observations it can be concluded that compared with fixed horizontal polarization operation, adaptive suppression by the method described can only provide a significant improvement in

target detection if there is at least roughly 75% fixed-polarization noise interference during the observation time period.

TARGET DETECTION IN UNPOLARIZED GAUSSIAN NOISE

A radar system which can simultaneously process both the parallel-polarized component and the orthogonally-polarized component of a radar echo can sometimes be used advantageously for target detection when the background noise is completely-unpolarized gaussian noise. This background noise can either be considered as the thermal noise present in the orthogonally-polarized receiving channels or as noise originating from a completely-unpolarized interference or backscattered field. A suitable system that applies noncoherent processing of both orthogonal components and uses linear video addition prior to detection has been evaluated (Poelman 1975, 1977), and therefore here it is judged sufficient to describe the most relevant aspects of this system's performance.

For the purposes of discussion the system is referred to as a dual-channel detection receiver and a block diagram is presented in Fig. 8, which also contains a summary of the main assumptions regarding target and background noise properties.



BLOCKDIAGRAM OF DUAL-CHANNEL DETECTION RECEIVER

ASSUMPTIONS

TARGET	BACKGROUND NOISE
• BOTH PARALLEL-POLARIZED AND ORTHOGONALLY-POLARIZED ECHO COMPONENTS ARE DISTRIBUTED ACCORDING TO SWERLING CASE I/II, BUT INDEPENDENT OF EACH OTHER	• EQUAL AVERAGE NOISE POWER IN CHANNELS • CHANNELS ARE INDEPENDENT • SUCCESSIVE NOISE VARIATES IN EACH CHANNEL ARE INDEPENDENT

STUDY PARAMETER: $F = \frac{\text{AVERAGE TARGET SIGNAL POWER IN } \perp\text{-CHANNEL}}{\text{AVERAGE TARGET SIGNAL POWER IN } \parallel\text{-CHANNEL}}$

Fig. 8 : Target detection in unpolarized gaussian noise; block-diagram and assumptions

The Swerling Case-I and Case-II target scintillation models that are considered correspond to gaussian-distributed echoes from slow-scintillation targets (successive echoes completely correlated) and fast scintillation targets (successive echoes completely uncorrelated) respectively. Values for the study parameter F, defined as the ratio of average target signal power in the orthogonal channel to average target signal power in the parallel channel, are considered over the range 0 to 1 (see Fig. 9). If F = 1, the signal processing scheme is optimal for Swerling Case-II targets and suboptimal for Swerling Case-I targets. Optimal processing in the general case would require weighted addition of the video signals, where the weighting factor for the signals in the orthogonally-polarized channel is equal to $F \neq 1$. However, this is not considered here, since in most practical situations the F-values are a-priori unknown; and moreover, for the two particular types of target the loss resulting from linear video addition will probably be acceptable provided F is not too small.

$$\text{EFFICIENCY: } E = \frac{\text{REQUIRED TRANSMITTER PEAK POWER FOR SINGLE-CHANNEL RECEIVER}}{\text{REQUIRED TRANSMITTER PEAK POWER FOR DUAL-CHANNEL RECEIVER}}$$

ASSUMED SAME: PROBABILITY OF DETECTION, P_d; PROBABILITY OF FALSE ALARM, P_f; NUMBER OF PULSES PER CHANNEL INTEGRATED, N; PULSEWIDTH, τ

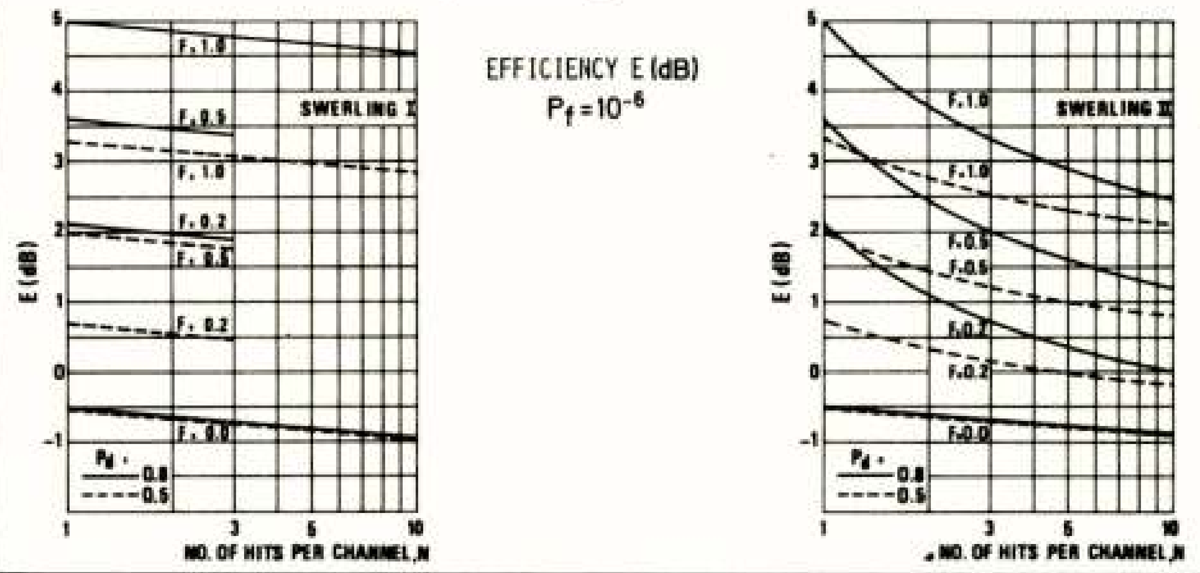


Fig. 9 : Performance of dual-channel detection receiver in an unpolarized gaussian noise background

The detection performance of the dual-channel receiver has been expressed in terms of an "efficiency factor", E, which is defined as the reduction in required transmitter peak power obtainable by switching from a single-channel system to a dual-channel system, for the same P_f, P_d, N, and τ. The explanation of these symbols together with curves showing the variation of E(dB) versus N for both types of target, with values of F up to 1, $P_f = 10^{-6}$, and P_d-values of 0.5 and 0.8, are presented in Fig. 9.

It can be concluded that the use of the orthogonally-polarized component of the target return for detection purposes is advantageous when the background noise is gaussian-distributed if the system is operating with $N < 3$, $P_d > 0.8$ and $F > 0.2$ - especially with regard to Swerling Case-I targets. Furthermore, it is remarkable that if F = 0 the relative loss in target detectability is a maximum of 1 dB for the practical parameter values considered. Consequently it can also be concluded that the noncoherent processing scheme considered is near optimal for all values of F.

MATHEMATICAL DESCRIPTION OF OBJECT BACKSCATTERING AND RECEIVED BACKSCATTERED SIGNALS

Fixed single objects

A mathematical description of fixed single-object backscattering and radar reception in terms of polarization (Graves 1956, Huynen 1970) is presented in Fig. 10.

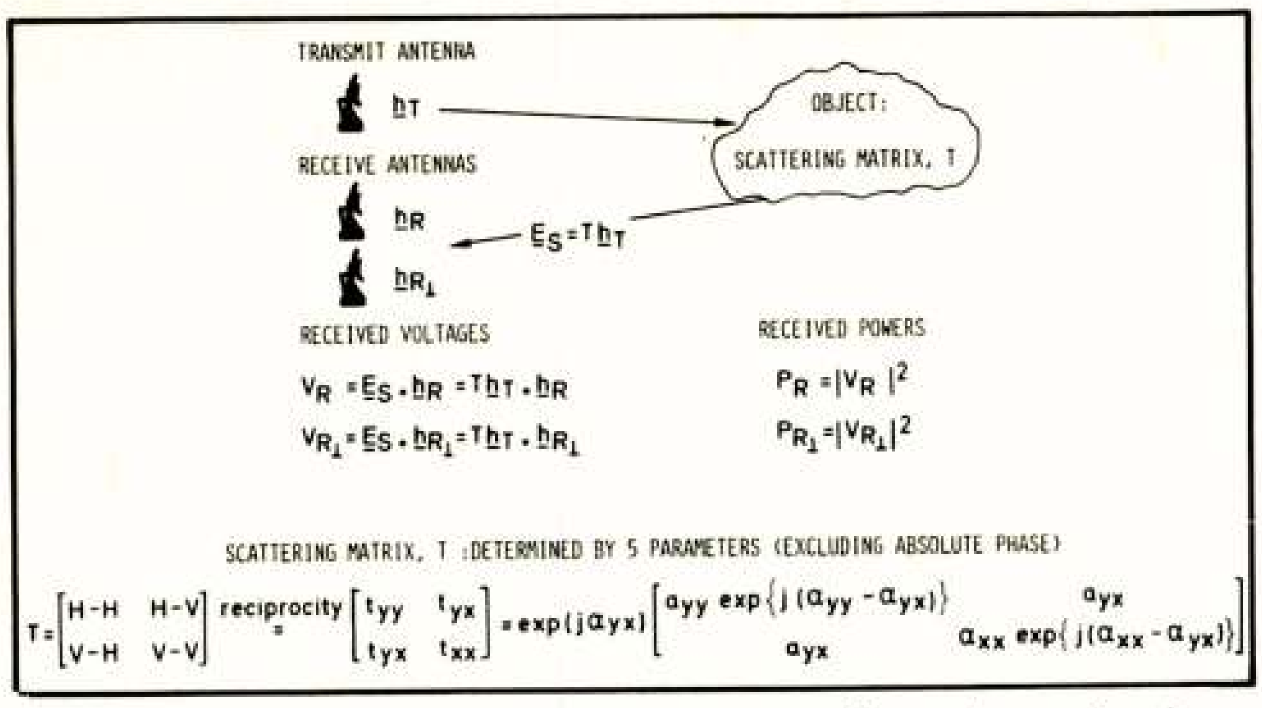


Fig. 10 : The object scattering matrix and received backscattered signals

The backscattered wave from a fixed single object will be completely polarized and is given by the vector equation $\underline{E}_s = T\underline{h}_T$, where T represents the object scattering matrix and $\underline{h}_T$ the transmit polarization. The signal voltages at the terminals of a pair of orthogonally-polarized receive antennae are determined by the scalar product of the backscattered wave $\underline{E}_s$ and the receive antenna polarizations $\underline{h}_R$ and $\underline{h}_{R_\perp}$. The received powers then immediately follow from the received signal voltages.

The backscattering properties of a fixed single object are completely determined by its scattering matrix, which is defined in terms of polarization in the adopted coordinate frame, and takes the form of a 2 x 2 matrix. In order to be consistent with the description of electromagnetic fields and antenna polarizations given earlier, a pair of horizontally (y)- and vertically (x)-polarized unit vectors are used to define a basis. The element H-V of matrix T is a complex number t_{yx} which is proportional to the received horizontally polarized component of the returned signal (in amplitude and phase), when the object is illuminated by a vertically-polarized wave. A similar definition holds for the other designations. Consequently the object scattering matrix is completely determined by the returned signals for horizontally- and vertically-polarized illuminations. Once T is known, the received signals can be derived for any combination of transmit antenna polarization and receive antenna polarization. When the law of reciprocity holds then T is a 2 x 2 complex symmetric matrix. In other words, ignoring the absolute phase,the scattering matrix is determined by five parameters: three amplitude factors and two phase factors. It should be noted that the elements of the scattering matrix are a function of radar wavelength, object orientation about the line-of-sight direction, and the aspect angle at which the object is observed.

Now in the general case the object backscattered wave will be depolarized and can be decomposed into a parallel-polarized component and an orthogonal-polarized component. Here distinction can be made between two special cases: (a) the power contained in the orthogonally-polarized component is zero and (b) the power contained in the parallel-polarized component is zero (Huynen 1962, 1970). A mathematical description of the backscattered wave decomposition and a summary of these two special cases are presented in Fig. 11.

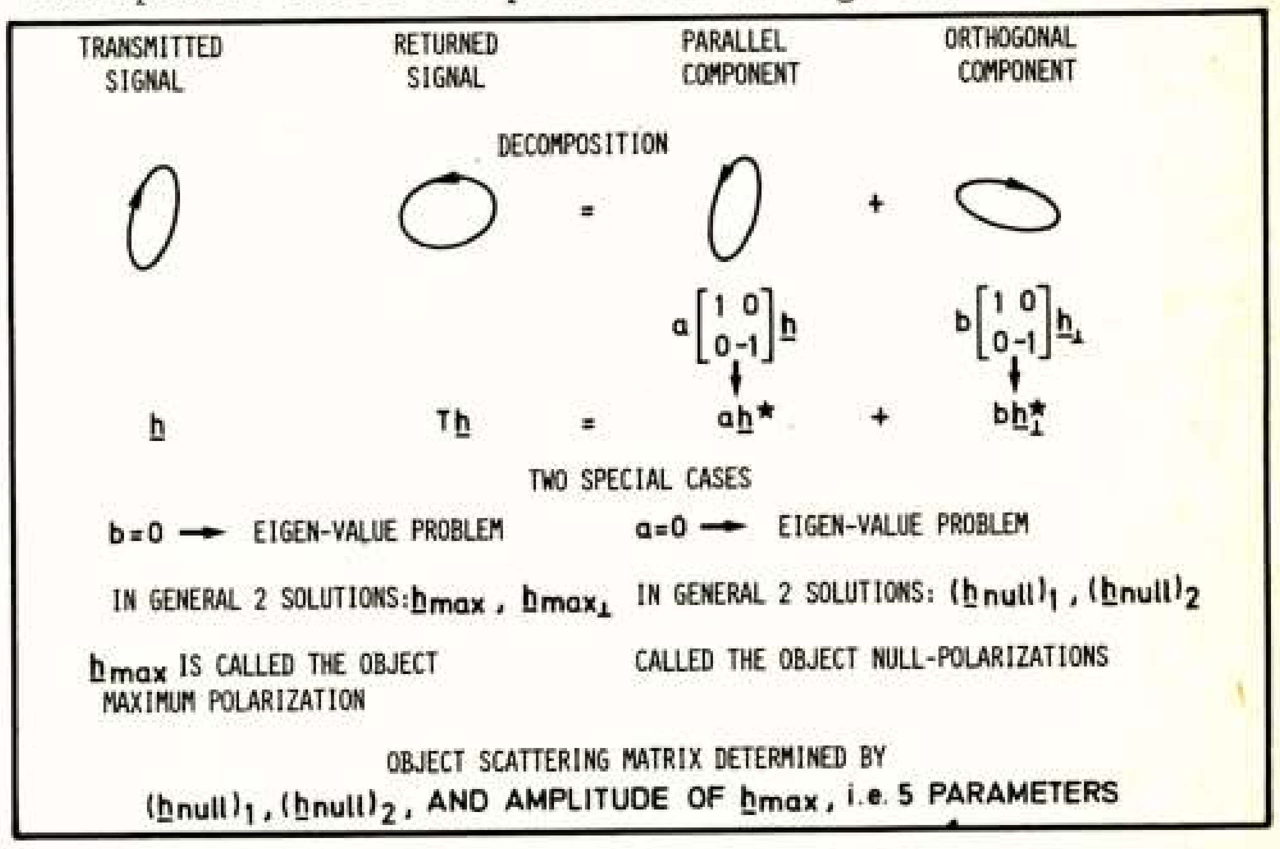


Fig. 11 : Radar object characteristic polarizations

Thus in general it can be said that the vector equation resulting from the supposition that the power contained in the orthogonally-polarized portion is zero gives two solutions; these solutions are called the object "maximum polarization" and the object "orthogonal maximum polarization". In other words, in the general case there exists for any fixed single object one polarization of identical transmit and receive antennae which will result in a maximum response at the receive antenna terminals. Exceptions to this general rule are objects for which the normalized scattering matrix is a unity matrix, such as a flat plate and a sphere; in these cases the solution of the vector equation is said to be degenerate. In addition the vector equation resulting from the supposition that the power contained in the parallel polarized portion is zero also gives two solutions; these solutions are called the object "null-polarizations". Thus, in general for any fixed single object there are two polarizations of identical transmit and receive antennae resulting in a zero response.

As pointed out earlier, the object scattering matrix is determined by five parameters, if the absolute phase is ignored. In this present section we have now reached a stage where the scattering matrix is completely determined by its two null-polarizations and the amplitude of its maximum polarization: in total therefore we again have five parameters.

The object null-polarizations are often called the "characteristic null-polarizations", since as far as its geometry or structure is concerned they closely characterize the object. For this reason the characteristic null-polarizations are of value in many applications,

amongst which the suppression of unwanted echoes.

Finally, when the absolute phase is not a relevant parameter it is convenient to use the Stokes vector representation for electromagnetic fields and antennae, as discussed earlier. The Stokes vector of the backscattered wave can then be derived from the object Stokes reflection matrix (M) and the Stokes vector of the transmit antenna. Formulae for the received powers (expressed in terms of M and the Stokes vectors of the transmit antennae and receive antennae) are presented in Fig. 12, where it can be seen that the object backscattering properties are now represented by a 4 x 4 symmetric matrix which has nine real parameters. The notation used in Fig. 12 is obtained from (Huynen, 1970). Note that if the absolute phase of matrix T is ignored, there is a one-to-one correspondence between matrix T (Fig.10) and matrix M. Consequently the nine parameters of M cannot be independent and are uniquely determined by the five parameters of T (see Fig. 12). The use of the Stokes reflection matrix representation of objects in conjunction with the Stokes vector representation of fields and antennae is a particularly useful technique when considering time varying objects.

RECEIVED POWERS

$$P_R = h(\underline{E}_S) . g(\underline{h}_R) = Mf(\underline{h}_T) . g(\underline{h}_R)$$

$$P_{R_\perp} = h(\underline{E}_S) . g(\underline{h}_{R_\perp}) = Mf(\underline{h}_T) . g(\underline{h}_{R_\perp})$$

STOKES REFLECTION MATRIX

$$M = \begin{bmatrix} (A_0+B_0) & F & C & H \\ F & (-A_0+B_0) & G & D \\ C & G & (A_0+B) & E \\ H & D & E & (A_0-B) \end{bmatrix}$$

9 PARAMETERS, NOT ALL INDEPENDENT

HERE A_0, B_0, AND F ARE ORIENTATION INDEPENDENT

RELATIONSHIPS TO SCATTERING MATRIX ELEMENTS

$$8A_0 = |t_{yy}+t_{xx}|^2 \qquad 4(C+jD) = (t^*_{yy}+t^*_{xx})(t_{yy}-t_{xx})$$

$$4(B_0+B) = |t_{yy}-t_{xx}|^2 \qquad 2(E+jF) = t^*_{yx}(t_{yy}-t_{xx})$$

$$(B_0-B) = |t_{yx}|^2 \qquad 2(H+jG) = t^*_{yx}(t_{yy}+t_{xx})$$

Fig. 12 : The object Stokes reflection matrix and received backscattered powers

Time varying objects

When the radar object is time-varying, a time-varying elliptically-polarized backscattered wave is observed and the determination of time-averaged powers becomes of importance. Formulae for the average powers received at the terminals of a pair of orthogonally-polarized antennae are presented in Fig. 13. Here the time-averaging is applied to all of the elements of the Stokes reflection matrix (SRM). Now it can often be assumed that the elements of the scattering matrix of a time-varying object are gaussian distributed with zero mean, and one then can speak of statistical objects. The average Stokes reflection matrix (R) of such an object is then built up out of variances, co-variances and combinations of variances and co-variances, of its scattering matrix elements. Furthermore, it is important to note that the R of a time-varying object is determined by nine independent parameters, in contrast to the five independent parameters which determine matrix M of a fixed single object.

AVERAGE RECEIVED POWERS

$$<P_R(t)> = <M(t)> f(\underline{h}_T) . g(\underline{h}_R)$$

$$<P_{R_\perp}(t)> = <M(t)> f(\underline{h}_T) . g(\underline{h}_{R_\perp})$$

AVERAGE STOKES REFLECTION MATRIX

$$R = <M(t)>$$

NOW HAS 9 INDEPENDENT PARAMETERS

OBSERVATIONS OF BACKSCATTERED WAVE

$$S = <h\{\underline{E}_S(t)\}> = Rf(\underline{h}_T)$$

- DEGREE OF POLARIZATION, p
- TOTAL AVERAGE BACKSCATTERED POWER, S_0
- AVERAGE BACKSCATTERED POWER IN COMPLETELY POLARIZED COMPONENT, $\bar{S}_0$
- AVERAGE BACKSCATTERED POWER IN COMPLETELY UNPOLARIZED COMPONENT, $S_0 - \bar{S}_0$

DEPEND ON TRANSMIT POLARIZATION, $\underline{h}_T$ OR $f(\underline{h}_T)$

Fig. 13 : Time-varying objects and average received powers

It has been proved (Huynen, 1970), that the average return from a time-varying object can be decomposed into a completely-polarized component (which can be attributed to the averaged fixed single object) and a completely-unpolarized component (which can be attributed to fluctuations from the averaged fixed single object and thus will have a noisy behaviour).

From observation of the expression for the average object return it will be clear that four important properties depend on the transmit antenna polarization: the degree of polarization, the total average power, the average power contained in the completely-polarized portion, and the average power contained in the completely unpolarized portion (see Fig. 13). Further it should be noted that the polarization of identical transmit and receive antennae can be selected such that the average response at the receiver terminals is a minimum. By analogy with fixed single objects which have two characteristics null-polarizations, time varying objects will in general have two so-called "minimum polarizations".

ADAPTIVE CLUTTER SUPPRESSION

The fundamental properties discussed in the previous sections have been used to derive promising methods for the suppression of unwanted echoes (Poelman, 1977). These methods are based on the technique of minimizing the responses from unwanted objects or clutter by appropriately adapting the polarization of the transmit and receive antennae, see Fig. 14.

OPTIMUM METHOD

- ADAPTATION OF $f(\underline{h}_T)$ FOR MINIMUM AVERAGE POWER IN COMPLETELY UNPOLARIZED COMPONENT OF BACKSCATTERED WAVE
- ADAPTATION OF $g(\underline{h}_{R_\perp})$ ORTHOGONAL TO COMPLETELY POLARIZED COMPONENT OF BACKSCATTERED WAVE

SUB-OPTIMUM METHOD

- ADAPTATATION OF $f(\underline{h}_T) = g(\underline{h}_{R_\perp})$ FOR MINIMUM AVERAGE POWER RECEPTION

BOTH METHODS ARE OF IMPORTANCE FOR TARGET DETECTION

Fig. 14 : Adaptive clutter suppression; the optimum and sub-optimum methods

Optimum suppression is obtained when the polarization of the transmit and receive antennae are adapted separately. To this end the transmit antenna polarization has to be set such that the average power contained in the completely-unpolarized portion of the backscattered wave is a minimum (since it is physically impossible to suppress this component) and the receive antenna polarization is then set orthogonal to the polarization of the completely-polarized portion. In this way, the average received power is identical to half of the average power contained in the completely-unpolarized component of the returned wave, which has been minimized.

Sub-optimum suppression can be obtained by setting the polarization of identical transmit and receive antennae such that the average received power is a minimum. In other words, there is exploitation of one of the two object minimum polarizations (discussed in the previous sub-section).

However, to obtain optimum target detection, the returned signal component received via the parallel-polarized antenna system has also to be further processed, but with the proper weighting applied to it. In fact the signal processing at receive should be performed in the way already discussed for the case of target detection in a noise interference background.

The ultimate objective of suppressing unwanted echoes is improvement in the ratio of the average wanted signal power to the average unwanted signal power at the input to the detection receiver. Therefore both clutter suppression methods are considered to be of importance, and their effectiveness warrants further study.

Obviously, in order to be able to set the antenna polarizations at transmit and receive as desired, the average Stokes reflection matrix of unwanted objects or clutter must be known a-priori. The parameters of this matrix can be estimated via measurements which involve the alternate transmission of orthogonally-polarized pulses (e.g. horizontal and vertical polarization) and reception of the returns via orthogonally-polarized antennae. In this way three second-order moments and three complex second-order joint moments of the elements of the scattering matrix can be measured, and the nine parameters of the average Stokes reflection matrix can then be determined.

Now in practice a radar system is normally confronted with spatially-distributed clutter for which the polarization properties differ radically from resolution cell to resolution cell. Therefore, once again a "hardware" adaptation of the antenna polarizations for clutter suppression is out of the question. The solution is to give the transmit and receive antenna polarizations a fixed pattern, and obtain actual adaptation of the antenna polarizations for each resolution cell via "software", on the basis of a continuous learning process. By analogy with adaptive noise interference suppression, such methods of adaptive suppression can be seen to require the continuous measurement and storage of signals originating from the individual clutter resolution cells. In the case of homogeneous clutter, where there is a question of a high degree of polarization correlation between the different resolution cells during the observation time period (e.g. in case of weather clutter or sea clutter), the average Stokes reflection matrix (SRM) should be determined from the data measured in a range window that consists of a number of resolution cells. This polarization correlation property should be exploited by sampling and averaging over a range window for the simple reason that one of the range cells might contain a target. In the case of inhomogeneous clutter there is no other choice but to separately determine the average SRM for each resolution cell from the measured data. Since each individual resolution cell might contain a target, the clutter polarization properties should only vary slowly between successive looks. In other words, target detection with renew data should be performed subsequent to a time interval in which the clutter polarization properties have not changed very much.

The estimated average SRM then determines a single- or double-polarization suppression filter for the resolution cell or cells under consideration, with the double-filter applied in cases where there is separate adaptation of the transmit and receive antenna polarizations. Here too, the function of the software filters is to accomplish adaptive polarization transformation plus weighting.

After the data stored in each range cell of the window has been processed (or the individual cell data from the next look has been processed) via the suppression filter (single or double, as appropriate) the signals are submitted for target detection processing.

A step-by-step outline of the adaptive clutter suppression scheme is given in Fig. 15. It should be noted that in the case of sub-optimum adaptation of

$f(h_T) = g(h_{R_\perp})$, processing of $V(\underline{h}_{R_\perp})$ and $V(\underline{h}_R)\sqrt{(1 - p)/(1 + p)}$ is still an approximation. In fact, p should be replaced by $|\mu_R|$, which is the absolute value of the complex coherency factor for $V(\underline{h}_{R_\perp})$ and $V(\underline{h}_R)$ (see Poelman, 1976).

- METHOD REQUIRES ALTERNATE RADIATION OF ORTHOGONALLY-POLARIZED PULSES, E.G. RHCP AND LHCP
- SCHEME USES ESTIMATION OF AVERAGE STOKES REFLECTION MATRIX, SRM, OR EACH CLUTTER CELL OR OF A GROUP OF CLUTTER CELLS IN A WINDOW

STEP 1 - CONTINUOUS MEASUREMENT AND STORAGE OF THE RETURNS IN ORTHOGONALLY-POLARIZED CHANNELS, E.G. RC AND LC

- CALCULATION OF INSTANTANEOUS SRM OF EACH CLUTTER CELL

STEP 2 - ESTIMATION OF AVERAGE SRM OF EACH CELL OR OF A GROUP OF CELLS (WINDOW)

- CALCULATION OF $f(\underline{h}_T)$ AND $g(\underline{h}_{R_\perp})$ OR $f(\underline{h}_T) = g(\underline{h}_{R_\perp})$ FOR MINIMUM AVERAGE POWER RECEPTION

STEP 3 - PROCESSING OF THE STORED/RENEWED CLUTTER CELL DATA, TRANSFORMED INTO THE SCATTERING MATRIX OR SRM WITH THE CALCULATED ANTENNA POLARIZATIONS

STEP 4 - PROCESSING OF THE SIGNALS $V(\underline{h}_{R_\perp})$ AND $V(\underline{h}_R)\sqrt{\frac{1-p}{1+p}}$ FOR TARGET DETECTION

NOTE: PROCESSING OF $V(\underline{h}_{R_\perp})$ ONLY, IS OPTIMUM FROM THE SUPPRESSION POINT OF VIEW

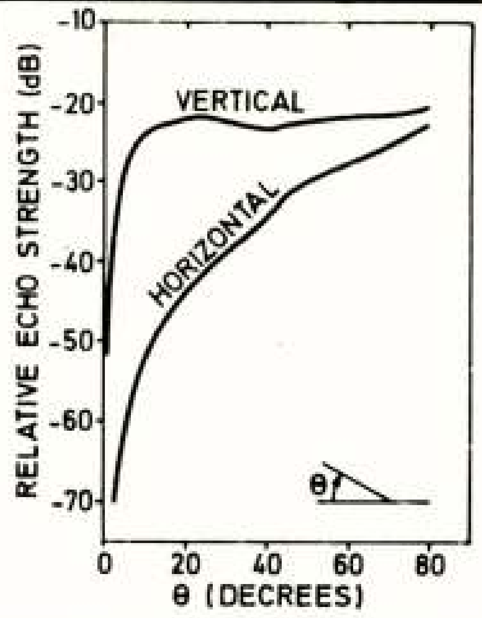
Fig. 15 : Adaptive clutter suppression; processing steps

In the end the degree of clutter elimination is determined by the ratio of the average received clutter power before polarization filtering to the average received clutter power after polarization filtering. The average clutter power after filtering is from a component identical (proportional) to the received average power contained in the completely-unpolarized portion of the returned wave and a residue that arises from an offset between the polarization filter setting and the actual polarization of the completely-polarized component of the returned wave. Obviously, the more the clutter tends to exhibit a fixed object behaviour during the window observation time-period (or time-interval *between* the measurement and filter setting *and* actual target detection) the larger the clutter suppression will be. Finally, the clutter suppression methods that have been discussed here will only result in an improved system target detection capability if the polarization characteristics of the target and the clutter are sufficiently different (Poelman, 1977).

As these adaptive schemes require significant digital processing consideration should be concentrated primarily on those applications in which a limited number of radar cells need to be treated simultaneously, e.g. in tracking radars. Furthermore, it would be worthwhile studying (a) the applicability of simplified adaptive suppression concepts based on null-polarization averaging (as these require much less processing effort) and (b) the feasibility of using adaptive polarization windows for clutter suppression.

SOME RESULTS OF POLARIZATION MEASUREMENTS

In support of the claim that by using adaptive polarization for clutter suppression target detection can be significantly improved, some results of polarization measurements are presented in Fig. 16.



MEASURED RADAR CROSS-SECTION VERSUS DEPRESSION ANGLE FOR A CALM SEA

SOURCE: J.W. WRIGHT
IEEE TRANS ON ANTENNAS AND PROPAGATION, NOV. 1966

VP = VERTICAL POLARIZATION
HP = HORIZONTAL POLARIZATION
CP = CIRCULAR POLARIZATION

POLARIZATION MODE	MEAN RELATIVE SIGNAL (dB)	
	AIRCRAFT	GROUND
VP TRANSMIT/VP RECEIPT	0	0
VP TRANSMIT/HP RECEIPT	-9.0	-17.0
RHCP TRANSMIT/RHCP RECEIPT	-1.3	-5.7
RHCP TRANSMIT/LHCP RECEIPT	-0.6	-4.8

GROUND :FLAT FARMLAND

SOURCE: G.C. RIDER, GEC-MARCONI EL. LIM.
IEE CONFERENCE (RADAR 1977)
NOV. 1977. LONDON

Fig. 16 : Some results of polarization measurements

The graph (obtained from Wright, 1966) shows typical curves of the relative cross-section versus angle of incidence for a calm sea and for horizontal and vertical polarization. At small angles of incidence relative to the horizontal, which is a typical situation for ground-based radars, the cross-section for vertical polarization exceeds that for horizontal polarization by a figure of about 30 dB. Note that in this case the horizontal polarization is not per se the minimum polarization, and therefore an even higher clutter suppression (relative to vertical polarization) may be possible.

The results presented in the table (obtained from Rider, 1977) relate to a ground-based radar and show average received returns from aircraft and flat farmland clutter, and were obtained from measurements with transmit and receive antennae which were parallel- and orthogonally-polarized. It can be concluded that vertically-polarized transmission and horizontally-polarized reception result in an improvement of approximately 8 dB in target detection relative to vertical polarization transmission and reception. Note that this improvement can be achieved with a simple, yet far from optimum, signal processing method.

THE EFFECTIVENESS OF ADAPTIVE SUPPRESSION

That the adaptation of the antenna polarizations to the polarization characteristics of individual clutter cells or to small groups of clutter cells is of value as a clutter suppression technique is shown by the measurement results presented in Fig. 17 (obtained from Hendry and McCormick, 1974). The graph shows curves of the relative cancellation of heavy rain clutter versus range gate number for right-handed circular polarization and right-handed elliptical polarization.

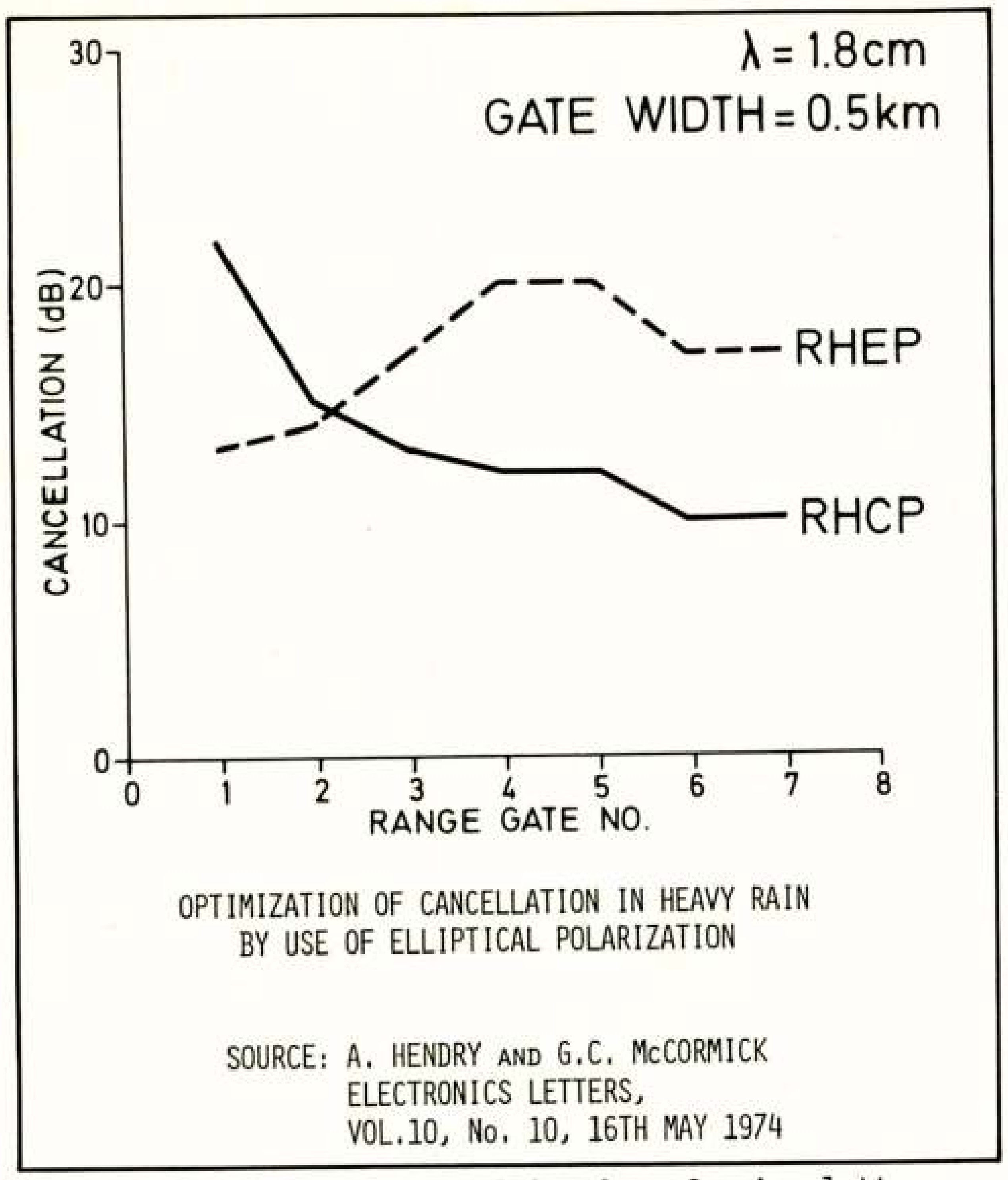


Fig. 17 : Results of optimization of rain-clutter cancellation by means of elliptical-polarization

In this case the right-handed elliptical polarization of identical transmit and receive antennae was selected such that the rain clutter from range gates 4 and 5 was maximally suppressed. It can be concluded from these results that although this polarization gives optimal clutter suppression over a particular small area it is far from optimal over the neighbouring area. This indirectly corroborates the expected sensitivity of a suppression technique which is basically a nulling-procedure.

In order to evaluate the effectiveness of the clutter suppression methods that have been discussed, the backscattering associated with a polarization-dependent statistical model of a random dipole cloud has been studied. The main assumptions under which this model has been derived are (see Poelman, 1976):

1. The probability space of dipole axis direction orientation is determined by an azimuth angle between 0 and π and a polar angle θ between θ_o and $(\pi - \theta_o)$, where θ is defined relative to the vertical.
2. The dipole axis direction and its location in the cloud are uniformly distributed.

The angle θ_o is the study parameter of the dipole cloud. If $\theta_o = 90^o$ all dipoles move in horizontal planes, and if $\theta_o = 0^o$ the dipole axis direction is completely random and the probability space is a sphere.

The graph presented in Fig. 18 (obtained from Poelman, 1977) shows curves of maximum dipole clutter suppression relative to horizontal polarization versus dipole cloud parameter θ_o. The solid curve was obtained by optimally adapting the identical polarizations of the transmit and receive antennae, while the dashed curve was obtained by separately adapting the antenna polarizations at transmit and receive. The graph clearly shows that separate adaptation of the antenna polarizations produces the largest suppression factors. Further, it is clear that the suppression factors increase with decreasing probability space of dipole axis direction. In other words, the more the dipole cloud tends to exhibit a fixed object behaviour the larger the suppression factors (which considering the arguments given above is not a surprising phenomenon).

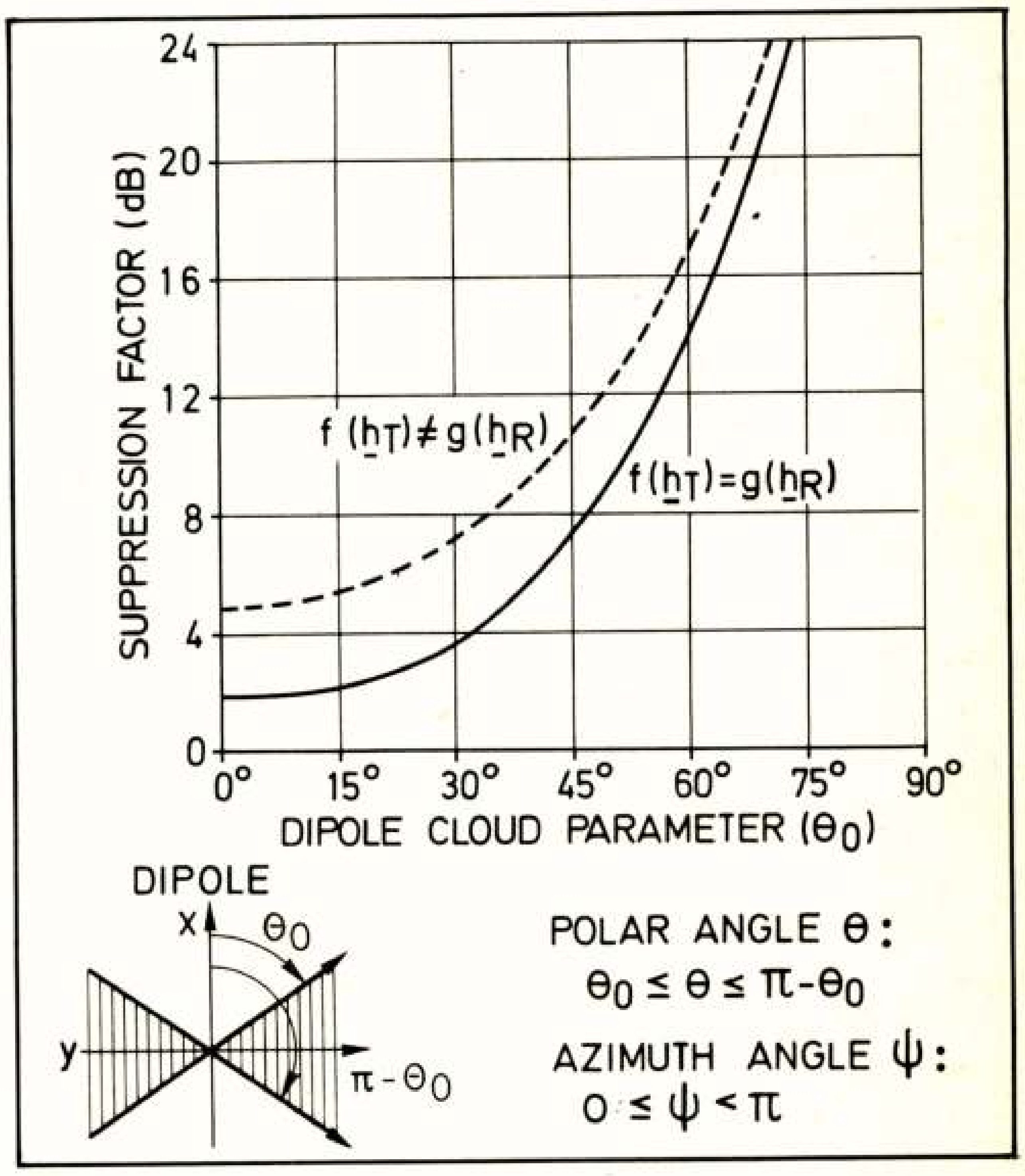


Fig. 18 : A dipole cloud clutter model and optimum suppression factors relative to horizontal polarization

COMPLEX RADAR OBJECTS AND EXTREME RESPONSES

Some of the results of a series of polarization measurements made on two man-made objects are presented in Fig. 19.

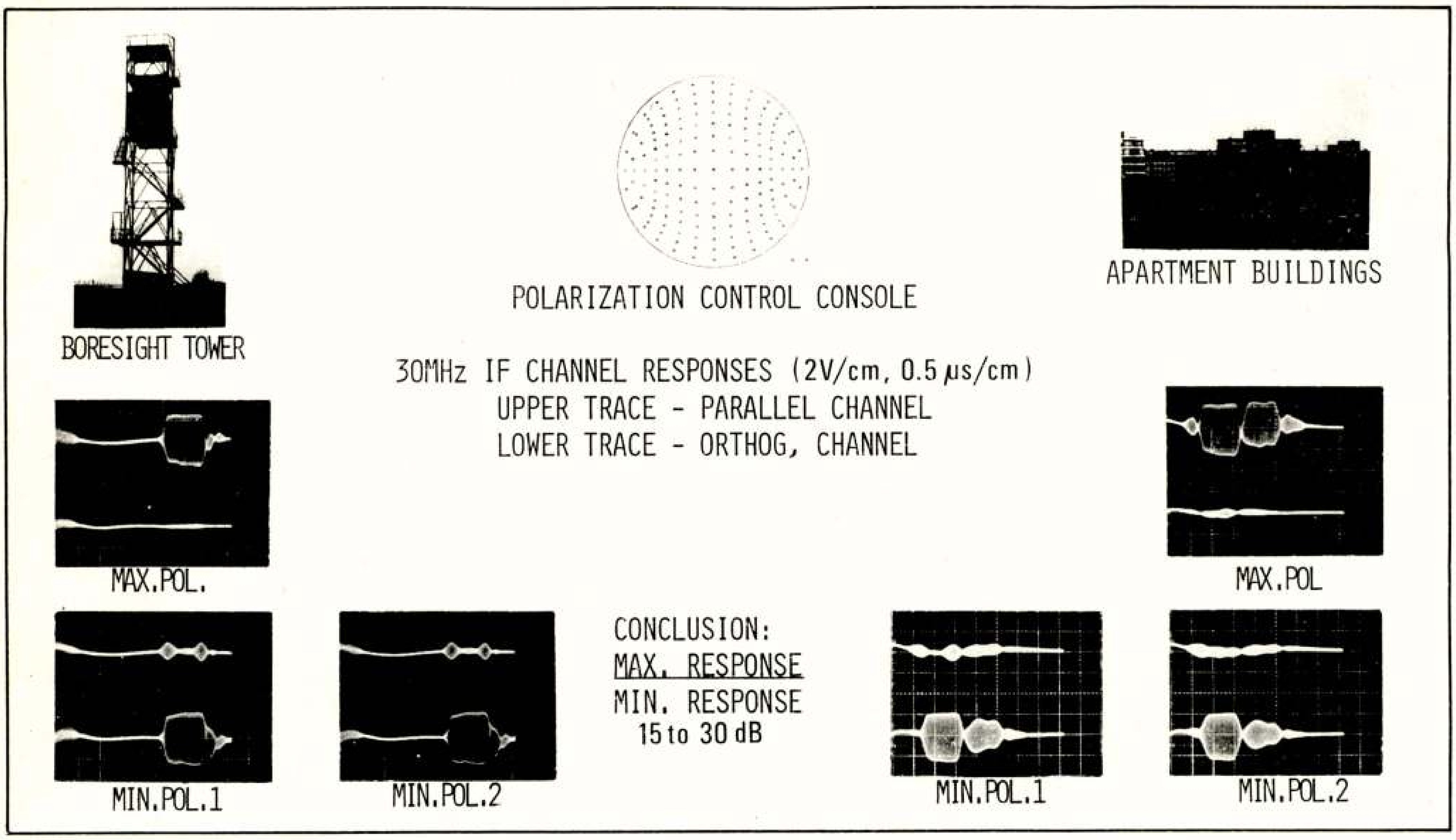


Fig. 19 : Complex radar objects and responses for maximum and minimum polarizations; obtained with STC's experimental X-band facility (1977)

These results have been obtained with STC's multi-purpose experimental X-band facility (see[2]Poelman, 1977). Among various other experimental features this facility permits the manual control of 302 antenna polarizations (by means of touch-masks on a polarization control console) and is equipped with orthogonally-polarized receiving channels. The objects considered in the study were a boresight tower and a conglomerate of apartment buildings. Both of these types of object are regarded as complex in the sense that they consist of many reflecting areas. The primary purpose of the measurements was to investigate whether a clear distinction could be made between the object maximum and minimum polarizations of complex objects. In addition practical values were to be obtained for the ratio of the maximum response to minimum response in the parallel channel, since in an adaptive polarization system it is this ratio which ultimately gives an indication of the maximum suppression of returns for similar objects. Examination of the 30-MHz IF responses in both channels shows that such objects of the types considered clearly possess one maximum and two minimum characteristic polarizations. The ratio of maximum to minimum response in the parallel channel is observed to be in the range of 15 to 30 dB. These results indicate that processing schemes based on software-implemented adaptive polarization filtering can give considerable suppression of echoes from complex objects.

POLARIZATION AND POTENTIAL AREAS OF APPLICATION

Apart from the pure scientific goal of gaining deeper knowledge of physical phenomena, the study of the polarization and the depolarization of electromagnetic waves is encouraged by its many potential practical applications. These can be grouped roughly under three headings: optimization, discrimination and classification. A survey of areas of application has been listed in Fig. 20. It is acknowledged that the grouping of some of the application areas under these headings is debatable and that the survey is far from complete.

OPTIMIZATION	DISCRIMINATION	CLASSIFICATION
• BEST SELECTION TO OPTIMIZE TARGET ECHO STRENGTH	• ADAPTIVE USE TO IMPROVE WANTED SIGNAL POWER / UNWANTED SIGNAL POWER	• PROPER USE IN THE AREA OF TARGET IMAGING TO OBTAIN DESIRED DETAILS
• CORRECT SELECTION TO REDUCE MULTI-PATH EFFECTS IN TRACKING RADARS	• PSEUDO-COHERENT SIGNAL PROCESSING FOR TARGET ENHANCEMENT	• TARGET RECOGNITION OR CLASSIFICATION OF TYPES OF TARGET
• USE OF POLARIZATION MODULATION IN THE AREA OF OPTIMUM WAVEFORM CODING	• TO ENHANCE TRUE ECHO'S FROM FALSE ECHO'S GENERATED ON PURPOSE	• REMOTE SENSING OF MEDIA
• USE OF POLARIZATION AGILITY TO IMPROVE TARGET DETECTION AND TRACKING	• EMITTER SORTING IN PASSIVE SENSORS	

Fig. 20 : Polarization and potential areas of application in the field of radar

(a) As far as optimization is concerned, it is found that one particular type of polarization can in certain cases accomplish a task better than another. This is illustrated in radar application by:

1. The selection of an antenna polarization for which the echo strength of a certain target is a maximum.

2. The selection of an antenna polarization which results in an optimal performance of a tracking radar because undesired multipath effects are reduced to a minimum.

3. The optimization of the information content of coded waveforms. In this respect it might well be worthwhile to also study (in addition to frequency/phase coding) the possibilities of polarization coding (modulation).

4. The use of polarization agility to improve target detection and tracking. The improvement arises from artificial decorrelation of sequentially received returns; approach is analogous to frequency agility.

5. The joint use of the power in the parallel-polarized echo component and the power in the orthogonally-polarized echo component, to improve target detection in a noise background (linear video addition).

(b) As far as discrimination is concerned, radar applications are:

1. The selection of antenna polarizations which result in a maximum value for the ratio of wanted to unwanted returned signal power at the input to the detection receiver.

2. Target enhancement in clutter based on the so-called "pseudo-coherent" processing of signals received with orthogonally-polarized antennae and channels. In this type of processing, the time-coherency of the phase-difference of simultaneously received orthogonally-polarized echo components is exploited: the targets are discriminated from clutter if during the observation time period the differential phase-shift is more or less constant for clutter and observably scintillating in the case of targets. This technique has undergone hardly any investigation, or at least this author is not aware of any research in this direction (or any definite conclusions about its applicability).

Potential advantages of such a "pseudo-coherent" processing technique would be:

- *no requirement for coherent processing of signals in the absolute sense;*
- *the utilization of all backscattered energy;*
- *compatibility with frequency agility (at least the object distance in terms of wavelength will be cancelled out);*
- *the possibility of detecting targets that are moving tangentially or in blind speed areas; this is not possible with MTI (moving target indication) processing.*

Obviously, as these are preliminary observations, they would require verification.

3. In military radar, the information available in the polarization of transmit and received waveforms can help to discriminate between the skin echoes and the false echoes generated by repeaters and spoofers. The line taken here is that for a repeater/spoofer it is very difficult to generate its own radar echo in terms of polarization.

4. With regard to passive sensors, the function of which is to detect and to identify emissions and locate emitter platforms, the use of the information in the polarization might be of value in the discrimination process.

(c) As far as classification is concerned, polarization can play an important role in the remote sensing of objects and media.

1. Since the imaging of the desired details of objects can very well depend on the antenna polarizations, there are applications in the "microwave imaging" of terrain and sea ("side-looking radar") and of targets ("target imaging").

2. Since it is not only the electrical properties of a target but also its geometry (or structure) that determines the backscattering properties in terms of polarization, it might be possible to utilize the polarization signature for target classification/identification purposes.

3. As far as the remote sensing of media is concerned, an interesting research area more or less begging attention is the investigation of the existence of a relationship between its backward and forward scattering properties in terms of polarization. Such a relationship,

might, for example, find application in satellite communications where the use of orthogonally-polarized waveforms as information carriers is under consideration as a means of doubling the system data transfer capacity. However, as the ice particles in the melting layer above rain clouds are a particular cause of considerable depolarization, the pair of orthogonal polarizations which can be propagated through this medium with minimum depolarization will have to be determined so that maximum isolation can be obtained between the data channels. In this respect a promising technique could be to take continuous radar polarization data for this layer and use it for adaptive control of the "best" pair of orthogonally-polarized waveforms.

REFERENCES

BORN, M. and WOLF, E. 1965: "Principles of Optics", 3rd ed. Pergamon Press, New York, sec. 10.8.

DESCHAMPS, G.A. 1951: "Geometric representation of the polarization of a plane electromagnetic wave", Proc. IRE, 1951, 39, pp. 540-544.

GRAVES, C.D. 1956: "Radar polarization power scattering matrix", Proc. IRE, 44, pp. 248-252.

HENDRY, A and McCORMICK, G.C. 1974: "Deterioration of circular-polarisation clutter cancellation in anisotropic precipitation media", Electronics Letters (UK), Vol. 10, No. 10, pp. 165-166.

HUYNEN, J.R. 1962: "A new approach to radar cross-section measurements" IRE Intern. Conv. Rec., 10, pp. 3-11.

HUYNEN, J.R. 1970: "Phenomenological Theory of Radar Targets", doctoral thesis, Technical University, Delft, The Netherlands.

KING, R.J. 1977: "Polarized Light, Definitions and Nomenclature", NPL Report MOM 25, National Physical Laboratory, UK.

NATHANSON, F. 1975: "Adaptive circular polarization", The Record of the IEEE 1975 Intern. Radar Conf., IEEE Publication 75 CHO 938-1 AES, pp. 221-225.

POELMAN, A.J. 1971: "Performance evaluation of two types of radar system having a circular-polarization facility", Technical Memorandum TM-276, SHAPE Technical Centre, The Hague, The Netherlands (NATO Unclassified, limited distribution).

POELMAN, A.J. 1975: "On using orthogonally-polarized noncoherent receiving channels to detect targets in gaussian noise", IEEE Trans. Aerospace and Electronic Systems, Vol. AES-11, pp. 660-663.

POELMAN, A.J. 1976: "Cross correlation of orthogonally-polarized backscatter components , IEEE Trans. Aerospace and Electronic Systems", Vol. AES-12, pp. 674-682.

[1]POELMAN, A.J. 1977: "Reconsideration of the target detection criteria based on adaptive antenna polarizations".

Presented at AGARD Conference on new devices, techniques and systems in radar, The Hague, The Netherlands, June 1976. Conference Reprint No. 197, paper no. 30, February 1977 (Unclassified, unlimited distribution).

[2]POELMAN, A.J. 1977: "Complex radar objects and polarisation dependence of received backscattered echoes", Electronics Letters (UK), Vol. 13, No. 15, pp. 433-434.

RIDER, G.C. 1977: "A polarization approach to the clutter problem", IEE RADAR Conf. Publ. No. 155, UK, pp. 130-134.

WHITE, W.D. 1954: "Circular radar", Electronics.

WRIGHT, J.R. 1966: "Backscattering from capillary waves with application to sea clutter", IEEE Trans. on Antennae and Propagation, Vol. AP-14, pp. 749-754.

ACKNOWLEDGEMENT

The author would like to thank his colleagues in the STC Drawing Office and the Editing Branch, and the Sensor Branch secretary, for their help in achieving the publication of this paper.

Voordracht gehouden op 16 november 1978 in het Physisch Laboratorium TNO te Den Haag, tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG (nr. 275), de Benelux sectie IEEE en de Sectie voor Telecommunicatietechniek KIvI.

ELEKTRONISCHE OORLOGSVOERING

E. VAN NIEUWENHUIZEN
HOLLANDSE SIGNAALAPPARATEN B.V.

A general survey of Electronic Warfare

1. INLEIDING

Onder Elektronische Oorlogsvoering of Electronic Warfare worden een aantal technieken verstaan die ten doel hebben het gebruik van het elektromagnetisch spectrum door een tegenstander vast te stellen, dit gebruik te exploiteren, te verminderen of te voorkomen en tegelijkertijd het gebruik ervan zoveel mogelijk voor eigen doelstellingen te behouden.

Dit wordt gerealiseerd door de volgende drie takken van EW:

- Electronic Support Measures (ESM), waarvan de primaire taak het herkennen van mogelijke dreigingen en het verstrekken van gegevens daarover is,
- Electronic Counter Measures (ECM) met als taak het effektief gebruik van het elektromagnetisch spectrum door een tegenstander te voorkomen en
- Electronic Counter Counter Measures (ECCM), gericht op het verkleinen c.q. elimineren van effekten t.g.v. het gebruik van ECM door de tegenstander.

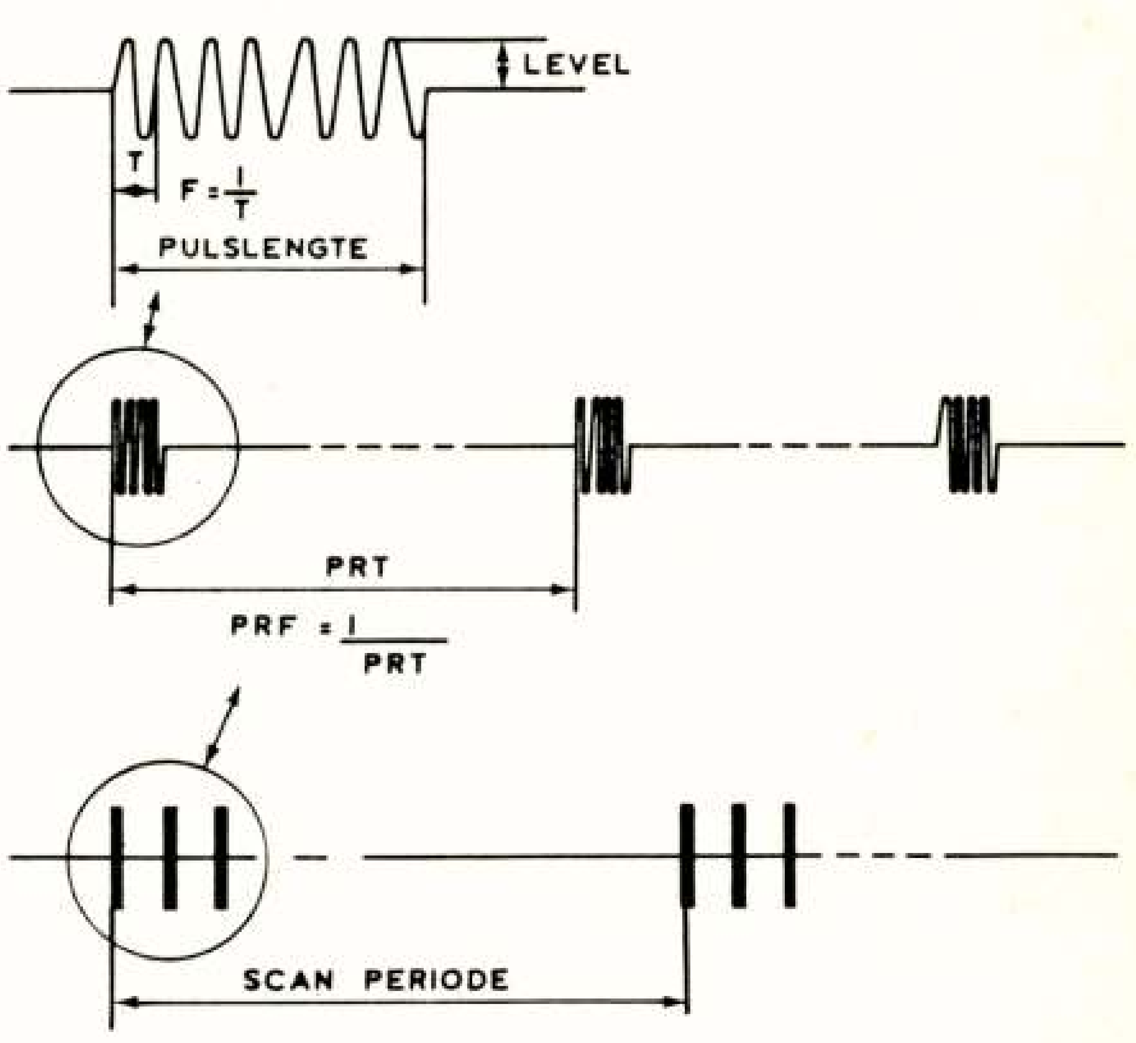
In principe bestrijkt EW een zeer groot frequentie gebied, lopend van het UHF gebied tot en met het infra-rood gebied. Het hierna volgende, waarin zowel ESM, ECM als ECCM nader zullen worden belicht, is echter gebaseerd op toepassingen in het radar frequentie gebied, dat zich ongeveer van 1 GHz tot 18 GHz uitstrekt.

2. ELECTRONIC SUPPORT MEASURES

In de loop der jaren zijn de elektronische middelen voor het vergaren van informatie over mogelijke dreigingen aanzienlijk uitgebreid. Eén van de eerste middelen, de radar, was in staat positie gegevens van objecten in een gebied rond de radar te geven. Aan de beweging van deze objecten kon dan eventueel een mogelijke dreiging worden herkend, alhoewel de identiteit niet met zekerheid kon worden vastgesteld.

Een aanvulling hierop vormde het "Identification Friend or Foe" (IFF) systeem, dat objecten als vriend of onbekende kon identificeren. Dat dit een grote verbetering was mag duidelijk zijn. Het zou echter wenselijk zijn dat op ieder moment volledig bekend is of zich doelen in de omgeving bevinden, waar deze doelen zich bevinden, welke doelen een mogelijke bedreiging vormen en waaruit die dreiging bestaat. Dit nu kan gerealiseerd worden door gebruik te maken van het feit dat zowel vriend als vijand uitvoerig gebruik maakt van het elektromagnetisch spectrum.

Het gebruik van radar voor de detektie van doelen en het besturen van wapens heeft, door de relatief grote reikwijdte en geringe gevoeligheid voor atmosferische condities van dit apparaat, algemeen ingang gevonden. Radar signalen geven echter een aantal gegevens van de radar zelf prijs (zie fig. 1).



Figuur 1

Zo kunnen de frequentie, de pulslengte, de pulsherhalingstijd, de sterkte van het signaal en, in het geval van een zoekradar, de scan periode worden gemeten. Deze gegevens, die van radar tot radar kunnen verschillen, vormen als het ware een vingerafdruk van de betreffende radar. Door de radar signalen op te vangen, de parameters te meten en deze met bekende "vingerafdrukken" te vergelijken kan een radar worden geïdentificeerd. In grote lijnen is dit wat een ESM systeem doet. Een ESM systeem heeft in het algemeen daartoe de volgende basis funkties:

- onderscheppen van elektromagnetische energie,
- analyseren van de ontvangen signalen en
- identificeren van de bron m.b.v. de analyse resultaten.

Primair hierbij is echter de onmiddelijke waarschuwing voor dreiging.

2.1. Onderscheppen van elektromagnetische energie

Het onderscheppen van elektromagnetische energie gebeurt in principe met een antenne systeem en een ontvanger. Verschillende uitvoeringsvormen, ieder met specifieke voor- en nadelen, zijn hierbij mogelijk.

Het antenne ontwerp hangt ten nauwste samen met de gewenste hoeknauwkeurigheid van het systeem, het frequentiegebied dat bestreken moet worden, de onderscheppingswaarschijnlijkheid etc. Hierbij kunnen twee wezenlijk verschillende uitvoeringsvormen worden onderscheiden:

- de ronddraaiende antenne
- het statische antenne array.

Tot de eerste groep kunnen de conventionele reflector antenne's worden gerekend. De voordelen van deze antenne's zijn de relatief hoge gain en richtingsgevoeligheid bij de hogere frequenties. De richting waaruit een signaal wordt ontvangen kan nauwkeurig worden bepaald, zeker als een split beam antenne, d.w.z. een antenne met som- en verschilkanaal, wordt toegepast.
Een nadeel is echter dat door het beperkte gezichtsveld van de antenne veel signalen niet onmiddelijk worden ontvangen, maar pas na een aantal antenne omwentelingen. De onderscheppingswaarschijnlijkheid van dit soort antennes is dan ook laag.

De openingshoek van de tweede groep is in principe 360°. Tot deze groep behoren de interferometer, de multi antenne en de multi beam antenne.
Van de interferometer zijn er meerdere nodig om een continue openingshoek van 360° te verkrijgen. Op basis van het fase verschil van de twee ontvangstkanalen, waarmee het signaal wordt ontvangen, kan de richting nauwkeurig worden bepaald. Een nadeel van dit type antenne is de lage gain.
De multi antenne maakt gebruik van meerdere antenne's, die de openingshoek van 360° in sektoren verdelen. Richtingsbepaling gebeurt op basis van amplitude vergelijking. De nauwkeurigheid van de richtingsbepaling is afhankelijk van het aantal toegepaste antenne's.
Dit type antenne wordt zowel in een geschakelde configuratie als in een configuratie waarbij iedere antenne aan een ontvanger is gekoppeld toegepast. Bij de geschakelde versie worden antennes paargewijs aan ontvangers gekoppeld. De gain die met dit soort antenne's wordt bereikt is in het algemeen laag. De onderschepppingswaarschijnlijkheid daarentegen benadert de 100% voor de uitvoering waarbij iedere antenne van een ontvanger is voorzien.
De multi beam antenna maakt evenals de multi antenne gebruik van meerdere antenne's. De antenne's zijn echter middels een bundelvormend netwerk met de ontvangers verbonden.
Dit type antenne wordt wel beschouwd als het optimum voor richtingbepalingsnauwkeurigheid, openingshoek en gevoeligheid.

Het type toe te passen ontvangers hangt evenals het antenne ontwerp af van de gewenste gevoeligheid, het te bestrijken frequentiegebied en de gewenste onderscheppingswaarschijnlijkheid.

Zowel breed- als smalbandige ontvangers worden in ESM systemen toegepast.
De smalbandige ontvangers hebben vanwege de geringe bandbreedte een hoge gevoeligheid. De smalbandigheid maakt het echter noodzakelijk dat het te bestrijken frequentiegebied doorgezwaaid moet worden, hetgeen ten koste van de onderscheppingswaarschijnlijkheid gaat.
De breedbandontvangers hebben een zeer hoge onderscheppingswaarschijnlijkheid, de gevoeligheid is echter middelmatig.

2.2. Het analyseren van ontvangen signalen

Het analyseren van de ontvangen signalen bestaat uit het bepalen van de parameters. De nauwkeurigheid waarmee de parameters worden bepaald en het aantal parameters dat wordt bepaald is afhankelijk van de complexiteit van het systeem.
Een bekend systeem is het zogenaamde "time of arrival" (TOA) systeem, waarbij van ieder signaal de frequentie en de pulslengte worden gemeten. Deze parameters worden met de tijd van ontvangst en de richting waaruit het signaal is ontvangen naar een computer gestuurd, die dan op basis van TOA de overige parameters bepaald.

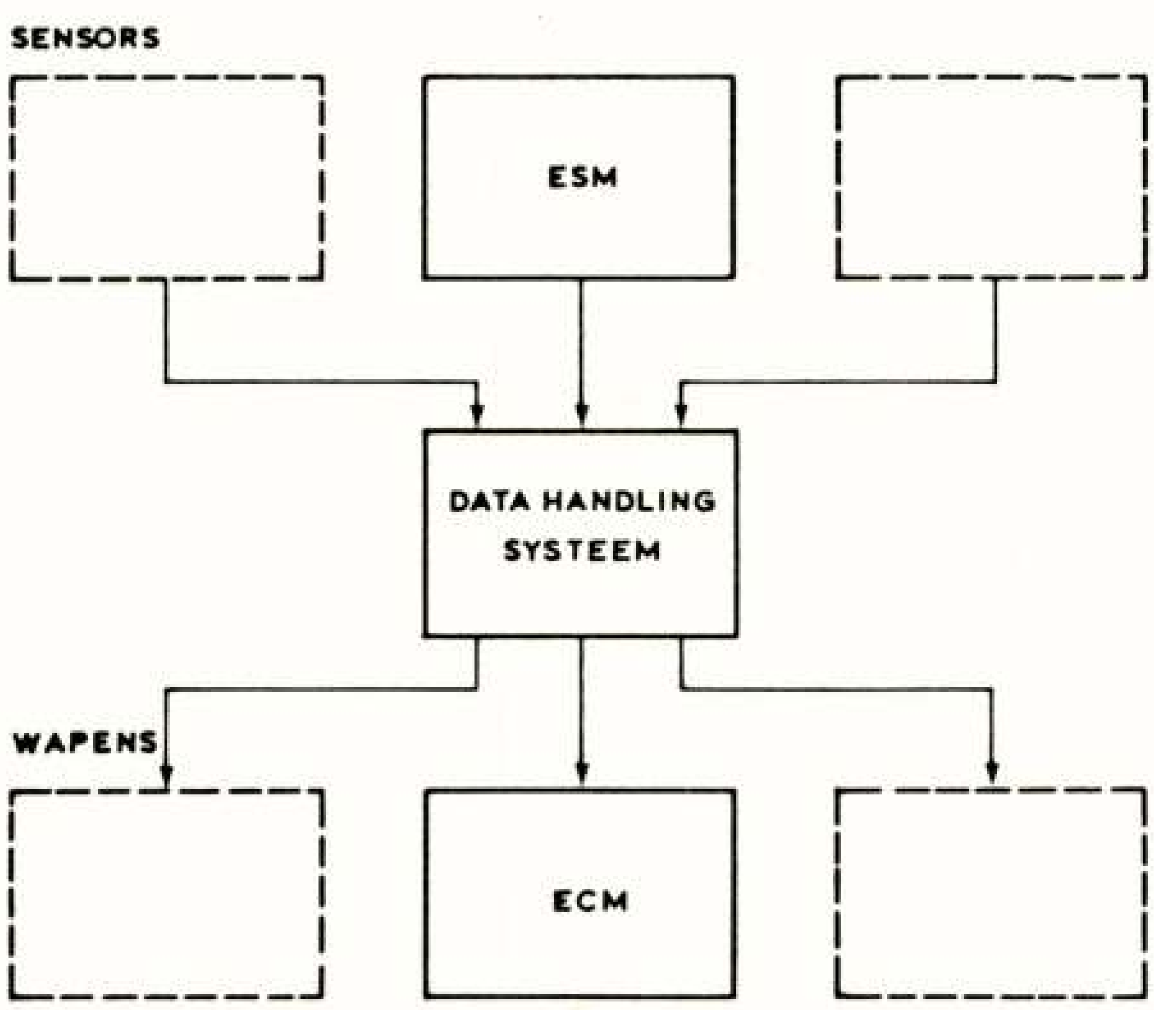
Naast dit TOA systeem bestaan er ook systemen die slechts één signaal tegelijkertijd analyseren. Bij dit systeem, dat op een andere gebruiksfilosofie is gebaseerd, moet het te analyseren signaal hetzij door een operator, hetzij automatisch, b.v. in het geval van een dreiging, worden geselekteerd.

Zijn de parameters bepaald, dan kan worden nagegaan of het ontvangen signaal van een dreiging afkomstig is. Dit kan gebeuren door de identificatie uit te voeren of door een beperkt aantal parameters, b.v. frequentie, pulslengte en PRF, te vergelijken met een aantal voorgeprogrammeerde parameters. Dit laatste gebeurt in de zogenaamde "threat warner". Indien de gemeten parameters bij de voorgeprogrammeerde passen, worden door de threat warner een aantal akties in gang gezet. Bij een kompleet EW systeem kan dit b.v. inhouden dat het ECM systeem in de richting van het ontvangen signaal stoorsignalen gaat uitzenden.

2.3. Het identificeren

Het identificeren van de bron van de ontvangen signalen bestaat in feite uit een vergelijking van de gemeten parameters met de parameters van bekende radars.

De gegevens, die op deze manier worden bepaald worden naar een gegevens verwerkend systeem gevoerd, dat de gegevens van alle sensoren verzamelt, correleert en evalueert (zie fig. 2).



Figuur 2. Systeem opzet

Op basis van deze informatie kan dan een beslissing omtrent de inzet van wapens worden genomen. Eén van de wapens die kan worden ingezet is het ECM systeem.

3. ELECTRONIC COUNTER MEASURES

In de laatste decennia hebben geleide projektielen aanzienlijk aan betekenis als dreiging gewonnen. Mede door de emorme voortgang van de techniek is is de trefzekerheid van deze wapens aanzienlijk verbeterd.
Het doel waarop het projektiel is gericht heeft bovendien te maken met de moeilijke detekteerbaarheid van dit wapen.
Er is dan ook zeer veel energie besteed aan de verbetering van de bestaande en de ontwikkeling van nieuwe afweermiddelen.

In het algemeen kan worden gesteld dat bij een aanval achtereenvolgens een zoekradar, een vuurleidingsradar en, bij een zogenaamd Active Homing Missile, een missile radar bestrokken zijn. Controle en besturing vindt dus plaats vanaf het platform waarvan het projektiel is gelanceerd of middels in het projektiel ingebouwde radar, hetgeen dit wapen kwetsbaar maakt voor storende signalen, ergo voor ECM.

Uit het bovenstaande kan worden geconcludeerd dat een ECM bij voorkeur ingezet moet kunnen worden tegen zoek, vuurleidings- en missile radars.
In het algemeen zal een ECM systeem daartoe de volgende basisfunkties hebben:
- acquisitie,
- volgen,
- evaluatie,
- jamming.

3.1. Acquisitie

Acquisitie houdt in dat het ECM systeem de gegevens die het van het commando systeem ontvangt overneemt. Deze gegevens zullen ondermeer een opgave van de richting waarin gestoord moet worden bevatten, zodat de ECM de antenne of antenne's in die richting kan zetten. Vervolgens zal het toegewezen te storen signaal geselekteerd moeten worden uit eventueel meerdere aanwezige signalen.
Het zal duidelijk zijn dat bij dit gebeuren, evenals bij ESM, antenne's en ontvangers betrokken zijn.
Ook voor ECM worden verschillende configuraties gebruikt, zoals de multi-beam antenne, switched beam systeem, phased array en halve luneberg lens antenne.
Teneinde een zo groot mogelijk effektief uitgezonden vermogen te bereiken wordt bij voorkeur met antenne's met kleine bundelbreedte's gewerkt.
Daarnaast worden bij voorkeur een separate ontvangst en zendantenne toegepast, zodat ontvangst van het te storen signaal ook tijdens het storen mogelijk is.

De gevoeligheid van het systeem zal dusdanig moeten zijn dat signalen, die door de ESM zijn ontvangen ook door de ECM kunnen worden ontvangen.

3.2. Volgen

Teneinde zo effektief mogelijk te jammen zal de zendantenne van het ECM systeem steeds zo nauwkeurig mogelijk in de richting van het te storen signaal moeten staan. E.e.a. wordt vereenvoudigd door de toepassing van twee antenne's terwijl ook voor deze funktie de gevoeligheid dusdanig moet zijn dat het toegewezen signaal gevolgd kan worden.

3.3. Evaluatie

Voor ieder te storen signaal zal nagegaan moeten worden wat de optimale jamming mode is. Het meest eenvoudige geval doet zich voor als het ESM systeem het te storen signaal reeds heeft geïdentificeerd. Op basis van deze gegevens kan onmiddellijk met de meest effektieve jamming mode worden gestart of in geval van een meer gecompliceerd ECM systeem met het meest effektieve jamming programma.

Is de te storen radar (nog) niet geïdentificeerd, dan kan de ESM dit alsnog doen of het ECM systeem kan op basis van gemeten parameters een jamming mode of programma selekteren.

3.4. Jamming

Bij het storen van radars dient rekening te worden gehouden met het feit dat dit een enkelweg gebeuren is, dit in tegenstelling tot radar, dat een twee weg gebeuren is. Dit houdt in dat de effektiviteit van jamming met de afstand toeneemt. Ergens tussen de ECM zelf en het te storen object ligt een punt waar het effektief uitgezonden vermogen van de ECM gelijk is aan de energie die de te storen radar van het platform waarop de ECM staat terug ontvangt.

Dit punt, dat de "self screening range" wordt genoemd, dient bij voorkeur zo dicht mogelijk bij de ECM te liggen. Dat de positie van dit punt bepaald wordt door het uitgangsvermogen van de ECM en de gain van de toegepaste antenne zal duidelijk zijn.

De huidige jamming technieken die tegen radars worden gebruikt kunnen in twee categoriën worden ondergebracht:

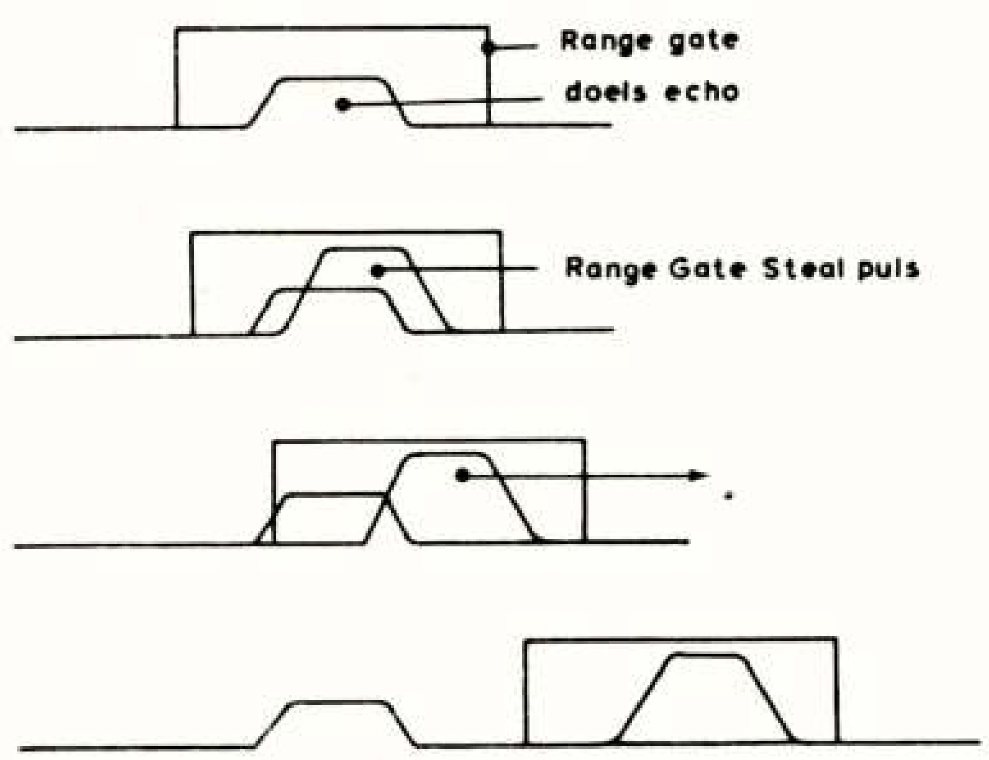
- deception jamming (misleiding) en
- barrage jamming waaronder het storen met smalbandige ruis, breedbandige ruis en het storen op discrete frequenties wordt verstaan.

Deception jamming wordt hoofdzakelijk ingezet tegen vuurleidings- en missile radars.

De hieronder vallende jamming modes hebben ten doel misleidende hoek en/of afstand en/of snelheidsinformatie van het eigen platform te verschaffen. Dit type jamming kan worden onderverdeeld in:

- Range deception,
- Angle deception en
- Velocity deception.

Een voorbeeld van range deception is het bekende "Range Gate Stealing", dat als volgt wordt gedaan (zie fig. 3):



Figuur 3: Range deception

Op het moment dat een signaal van de volgradar die het "eigen platform" volgt wordt ontvangen, wordt een signaal met dezelfde frequentie en pulslengte door het ECM systeem uitgezonden. Een pulsherhalingstijd van de volgradar later, als het volgende signaal door de ECM wordt ontvangen, wordt door de ECM wederom eenzelfde signaal uitgezonden, echter enigszins in tijd vertraagd. Bij iedere volgende puls wordt deze vertraging iets vergroot. De range gate van de volgradar, die het sterkste signaal volgt zal daarmee van het platform waarop de ECM staat worden afgetrokken. De volgradar zal dientengevolge niet meer over de juiste afstand informatie beschikken.

Een voorbeeld van angle deception is Scan Rate Modulation, een mode die tegen Conical Scan radars kan worden gebruikt (zie fig. 4).

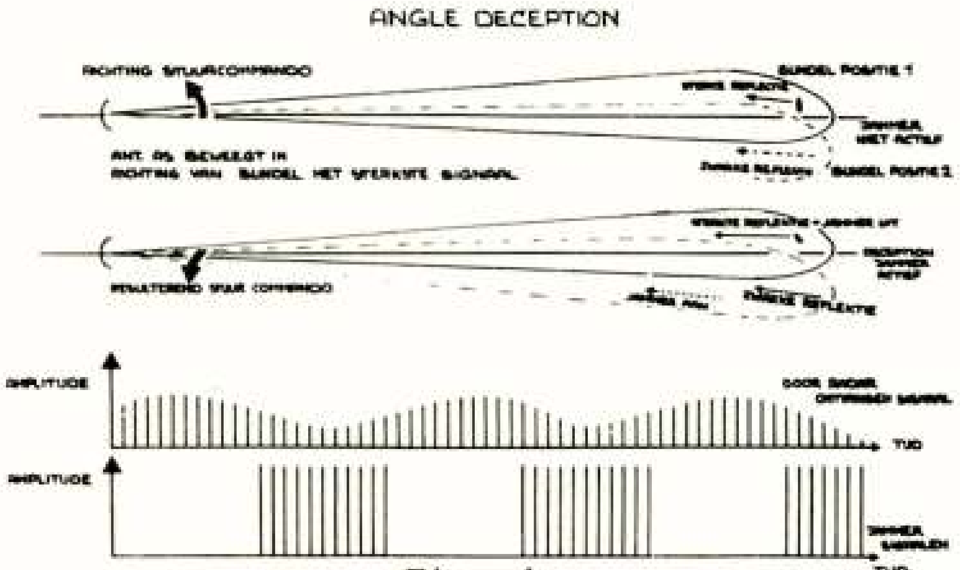


Fig. 4

Een conical scan radar maakt met de antenne een cirkelvormige beweging rond het doel om de juiste doelspositie te bepalen. Uit de modulatie van het ontvangen signaal kan worden opgemaakt waar het doel zich bevindt.
De ECM ontvangt eenzelfde signaal. Door nu op het moment dat de zwakste signalen door de ECM worden ontvangen, dat wil zeggen op het moment dat de radar antenne het meest van het doel af is, sterke signalen met dezelfde frequentie etc. uit te zenden krijgt de radar de indruk dat het doel zich in de richting bevindt waarin de antenne staat en zal de volgende zoekslag in die richting uitvoeren.
Het resultaat zal zijn dat de volgantenne uiteindelijk van het doel wordt afgeworpen.
Voor velocity deception begint het ECM systeem met het uitzenden van een signaal met dezelfde frequentie als het ontvangen signaal. Door iedere volgende uitzending de frequenties te verschuiven wordt in de volgradar een andere snelheid gekonstateerd met als resultaat dat de velocity gate verschuift etc.

Noise jamming kan zowel tegen vuurleidings-, zoek- als missileradars worden ingezet. Het kan zowel alleen als ook als ondersteuning van deception jamming worden gebruikt.
Noise jamming zal, wanneer het continue of via de hoofdlus van een radar wordt ontvangen, verzadiging van de ontvangers tot gevolg hebben.
Het wordt daarmee voor de radar onmogelijk om de positie van het doel vast te stellen.

Het lijkt erop alsof radars machteloos staan tegenover het gebruik van ECM. Dit is echter niet zo. Iedere moderne radar is voorzien van een aantal voorzieningen die het effekt van ECM kunnen reduceren en/of het de ECM zeer moeilijk kunnen maken effektief te storen. Deze voorzieningen vallen onder de derde tak van EW, namelijk ECCM.

4. ELECTRONIC COUNTER COUNTER MEASURES

ECCM is een direkt gevolg van ECM. Moderne technieken hebben niet alleen verfijning en verbetering van ECM mogelijk gemaakt, ook ECCM heeft een zelfde ontwikkeling ondergaan. Een aantal algemeen toegepaste ECCM voorzieningen zullen hieronder nader worden belicht.

- Frequency agility.
  Frequency agility houdt in dat de zendfrequentie van de radar van puls tot puls of van pulsgroep tot pulsgroep wordt gevariëerd. Voor een ECM is het vrijwel onmogelijk de frequentie onmiddellijk volledig aan te passen aan die van het ontvangen signaal, tenzij het ontvangen signaal zelf wordt gebruikt voor de jamming. Dit laatste wordt tot nu toe slechts op zeer beperkte schaal toegepast. Ergo, voor de meeste ECM systemen zal het storen van frequency agility radars inhouden dat de beschikbare energie over een groot frequentiegebied gespreid zal moeten worden.
  Het effekt op de radar zal, daar deze met dezelfde bandbreedte blijft werken, geringer zijn.
- PRF jitter.
  PRF jitter wil zeggen dat de pulsherhalingstijd van puls tot puls wordt gevariëerd. Het zal duidelijk zijn dat deze voorziening een voorspelling van het moment waarop de volgende puls komt zeer moeilijk maakt.
- Hoge zendvermogens.
  Met de huidige technologie is het mogelijk zenders met zeer hoge zendvermogens te bouwen. Door hoge zendvermogens toe te passen komt de self screening range van een ECM verder van de ECM weg te liggen, waardoor de radar eerder het platform waarop de ECM staat kan detekteren. Deze voorziening wordt dan ook wel burn-through genoemd.
  Het mes snijdt echter aan twee kanten. Indien voor radars zeer hoge zendvermogens kunnen worden toegepast, dan kan dit ook voor ECM zenders.
  Het laatste vanwege de enkele weg met meer effekt.
- Antenne's met laag zijlusniveau.
  Antenne's met laag zijlusniveau reduceren het effekt van storingen zolang deze via de zijlussen worden ontvangen. Afhankelijk van de sterkte van het stoorsignaal zullen doelen normaal gedetekteerd kunnen worden behalve in de richting van de stoorder.
- Zijlus onderdrukking.
  Een verbetering op het bovenstaande is zijlusonderdrukking, waarbij m.b.v. een extra omnidirectioneel ontvangstkanaal stoorsignalen die via de zijlussen worden ontvangen, worden onderdrukt.
- Passief volgen.
  Tenslotte nog een ECCM voorziening die voorkomt bij volgradars. Verscheidene volgradars zijn voorzien van een passieve volgmode, d.w.z. dat bij noise storing het volgen op het stoorsignaal gebeurt. Afstand informatie gaat dan weliswaar verloren, maar de hoekinformatie blijft behouden. Een dergelijke voorziening wordt ook wel aangetroffen in missile radars, die bij storing overgaan op "home on jam".

5. TOEKOMST VERWACHTING

Er zijn momenteel ontwikkelingen gaande om het elektromagnetisch spectrum over een veel breder gebied te gaan gebruiken. Infra-rood zoek- en

volgsystemen zijn evenals TV volgsystemen verkrijgbaar.
De invoering van deze systemen is gaande. EW zal deze ontwikkeling moeten volgen. ECM fabrikanten hebben dan ook voor deze systemen reeds tegenmaatregelen beschikbaar.
Met het voortschrijden van de techniek en de verbetering van technologiën kan worden verwacht dat EW een verdere verfijning zal ondergaan om de dan eveneens verbeterde en gewijzigde dreigingen het hoofd te kunnen bieden.

Voordracht gehouden op 16 november 1978 in het Physisch Laboratorium TNO te den Haag, tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG (nr. 275), IEEE Benelux sectie en de sectie voor Telecommunicatietechniek KIvI.

In memoriam prof. ir. J.W. Alexander



Op 14 februari 1979 is op vijfenzeventigjarige leeftijd overleden prof.ir. J.W. Alexander, één van de NERG-leden van de begin jaren. Gedurende 50 jaren was hij lid van ons genootschap en hij was nog altijd een bekende verschijning op de werkvergaderingen. Met zijn verscheiden is aan de Nederlandse elektronicawereld een karakteristieke en geprofileerde figuur ontvallen, iemand die een eigen stijl had ontwikkeld in de beoefening van het vak dat zijn grote liefde had. Ook na zijn emiraat als hoogleraar aan de THD, welke functie hij gedurende de laatste 12 jaren van zijn actieve professionele loopbaan heeft bekleed, bleef de vakwetenschap hem bezig houden. Nog zeer onlangs verscheen van zijn hand een bijdrage tot de vakliteratuur. Hij was iemand uit de school van Van der Pol. Het werk van deze voortrekker in de radio-wetenschap bleef hem boeien en hij was daar nog vaak mee bezig. Zijn belangstelling was vooral gericht op de mathematische analyse van verschijnselen die zich voordoen in elektronische schakelingen, in het bijzonder in oscillatoren.

Niet alleen als man van het vak, maar vooral ook als een zeer sympathiek en zachtmoedig mens zal Alexander in onze herinnering voortleven. Hij behoorde tot het zeldzame type mensen waarmee je fel kunt discussiëren over zakelijke en vaktechnische kwesties zonder risico van verwijdering in het persoonlijke vlak. Hij was een fijne collega; uit eigen ondervinding weet de schrijver van dit "in memoriam" hoe hij een veel jongere collega wist in te leiden in de vele subtiliteiten van een voor hem nieuwe omgeving. Hij schuwde het daarbij niet zelf extra inspanningen op zich te nemen om de aanpassing te vergemakkelijken. Dat hem dikwijls gevraagd werd zitting te nemen in een "college van wijze mannen" als er moeilijke problemen tot een oplossing moesten worden gebracht, is geen toeval. Hij stond boven de partijen en dit is opvallend omdat hij allerminst een kleurloze figuur was.

Het is Alexander bespaard gebleven een periode van aftakeling en verval te moeten verwerken. Maar voor zijn nabestaanden is zijn geheel onverwachte verscheiden een slag van niet te schatten omvang.

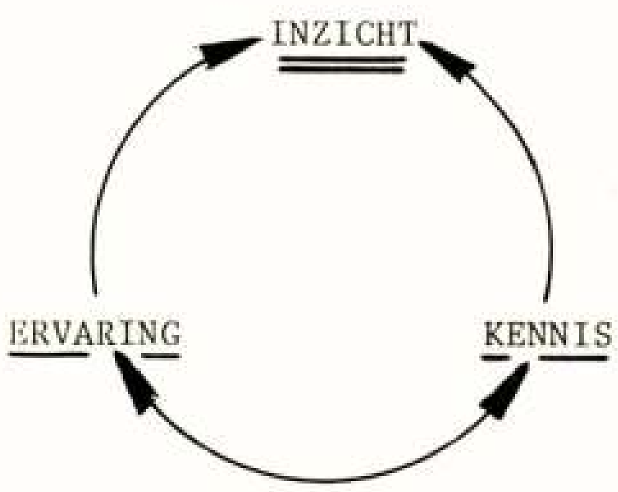
Ons medeleven gaat in het bijzonder uit naar zijn vrouw aan wie hij zeer verknocht was en die nu plotseling alleen staat. Moge het, door allen die Alexander meegemaakt hebben, gevoelde diepe respect voor zijn persoon, haar mede tot steun zijn in deze moeilijke dagen.

J.Davidse

VAN HET BESTUUR

ELEKTRONICA OP NIEUWE WEGEN

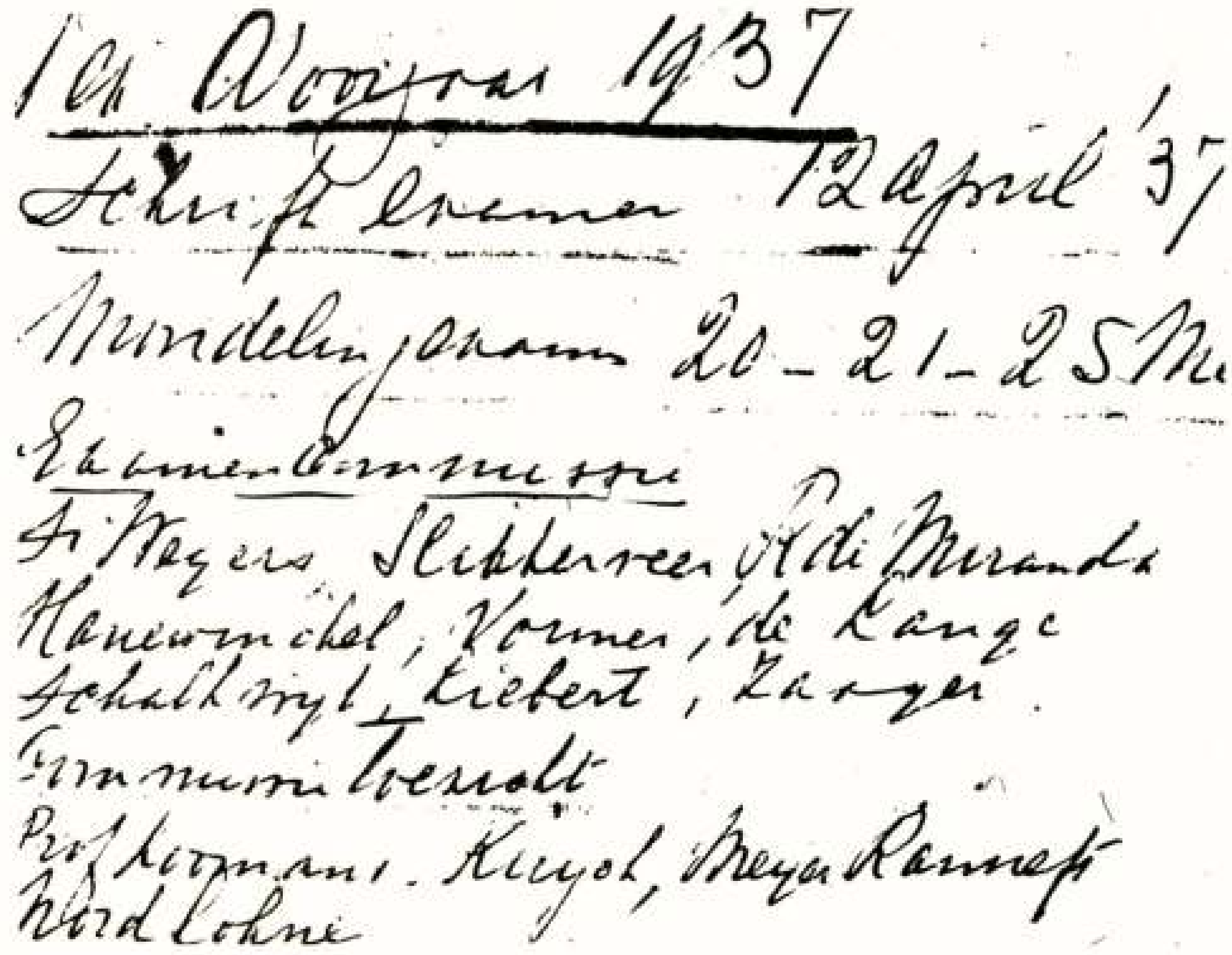
De produktie van elektronische komponenten ziet men meer en meer verschuiven naar elders. Vaak van landen in de westelijke wereld naar het verre oosten. De personeelslasten zijn in Taipeh heel wat lager dan bv. in Valkenswaard. Intussen zijn er binnen het vakgebied van de elektronica ook heel wat verschuivingen aan de gang. Deze verschuivingen hebben hun weerslag op het elektronica-onderwijs. Dat was ook de reden om in het NERG vorig jaar een hele dag te wijden aan het onderwijs en de ontwikkelingen daarvan in de tachtiger jaren. Het NERG-lid Prof.Ir. M.P. Breedveld schetste bij die gelegenheid op boeiende wijze hoe inzicht rijpt in een cyclisch proces op basis van kennis en ervaring.



Een ander NERG-lid, Ir. J.A. Samwel, die beroepshalve veel te maken heeft met allerlei facetten van training en opleiding, formuleerde een aantal stellingen met betrekking tot de veranderingen in de elektronica en de daaruit voortvloeiende ontwikkelingen in het onderwijs en bij de (na)scholing van docenten. In de toekomst, waarin we IC's voor het oprapen hebben en er microprocessors overal om ons heen zijn, zien we gebeuren dat nog slechts betrekkelijk weinig mensen nodig zijn voor het maken van de hulpmiddelen. Veel meer technici zullen van deze komponenten en complexe systemen gebruik gaan maken. En die technici zullen lang niet alleen elektronici zijn. Ir. Samwel viel het op dat veel jonge elektronici teleurgesteld worden wanneer ze in de uitoefening van hun beroep ontdekken dat de elektronica heel vaak een (belangrijk) hulpvak blijkt te zijn in andere disciplines. Tijdens hun opleiding stellen zij zich dat heel anders voor.

Wie vorig jaar de levendige discussies op de NERG-onderwijsdag heeft meegemaakt, herinnert zich dat deze problematiek heel wat kanten heeft. Onlangs is er door de S.V.E.N. in een kleinere groep opnieuw een gesprek over deze zaken gestart.

De S.V.E.N., Stichting tot Bevordering van het Vakonderwijs op het gebied van de Elektronica in Nederland, ontstond in de naoorlogse jaren uit zorg om het elektronica-onderwijs. N.E.R.G. en V.E.V. riepen de S.V.E.N. in leven. Vooral ons erelid Ir. Th.J. Weijers heeft, zo vertelde de S.V.E.N.-voorzitter Prof.Ir. B. van Dijl, nogal eens scholen bezocht. Verschillende malen heeft de S.V.E.N. bij de Regering aan de bel getrokken, niet zonder reden en met verrassend snelle reakties. Terwijl maartse buien het landschap teisterden vond er in het Bosche Châlet Royal een intensieve brainstorm plaats waarvan de resultaten, naar wij hopen, in het moderne elektronica-onderwijs een plaats zullen krijgen.


1e Voorjaar 1937
Schrift Examen 12 April 37
Mondeling examen 20 - 21 - 25 M
Examencommissie

Gedeelte van de eerste pagina uit het examenlogboek (1937).

De examens op allerlei niveau zijn vaak een belangrijke standaard voor het peil van het onderwijs. Op dit punt is het NERG niet van vandaag of gisteren. Het zal bekend zijn dat we de reeds 42 jaar getorste examentaak inmiddels delen met de V.E.V., die voor dit doel in Nijkerk vorig jaar een modern gebouw betrok. Overigens nog maar net op tijd, want onlangs ging het Utrechtse Tivoli in vlammen op. De schriftelijke examens worden dit voorjaar niet alleen in Nijkerk afgenomen, maar ook in Eindhoven en Den Haag, wat voor menige examinandus erg welkom is. In de nieuwe statuten van het NERG, die in de laatste ledenvergadering in bespreking kwamen, is zelfs geen sprake meer van een examen-commissie, maar van een onderwijs-commissie en een stuurgroep, die voor allerlei vormen van de elektronica-opleiding visies zal helpen ontwikkelen.




Ir.L.R.M. Vos de Wael Ir.J.H. Geels
Ereleden op grond van hun werk in de NERG-examencommissie (1978)

Veel NERG-leden zijn en zullen betrokken blijven bij onderwijszaken. Twee hunner, Ir. L.R.M. Vos de Wael en Ir. J.H. Geels werden in 1978 erelid van het Genootschap op grond van hun grote verdiensten in de examensector.

De veranderingen in de elektronica gaan ook niet voorbij aan het wetenschappelijk onderwijs. De universitaire instellingen hebben er, in deze tijd van beperkte middelen, een nieuwe taak bijgekregen, nl. het scheppen van vormen van post-academisch onderwijs. In de avonduren kan men op gezette tijden in het Utrechtse Stationscomplex een aantal ernstige heren in vergadering bijeen treffen. Vertegenwoordigers van de drie TH's en de professionele verenigingen (waaronder het NERG), die zich bezinnen op de toekomstige vormgeving en inhoud van het PATO (Post-Academisch Technisch Onderwijs) in de elektrotechniek. Dit voorjaar zijn er binnen de TH-Delft reeds twee van deze PATO-cursussen, nl. 'Analoge Integreerbare Schakelingen' (op 24 april, 1, 8 en 15 mei 1979) en 'Beeldverwerking en Patroonherkenning' (16 t/m 18 mei 1979). Later in het jaar zal er binnen de TH-Eindhoven een PATO-cursus worden gewijd aan 'Techniek en ontwerp van geïntegreerde schakelingen' (27 t/m 29 aug. 1979). Er staat nog veel meer op stapel.

Overigens zal er met het PATO-Elektrotechniek nog de nodige ervaring moeten worden opgedaan. Ook moet er nog een goede juridische en financiële vorm voor gevonden worden. De PATO-cursussen zullen doeltreffend moeten zijn; er zal een evenwicht gevonden moeten worden tussen theorie en praktica. Verder zal men goed moeten letten op ervaringen in het buitenland. De cursussen zullen niet te kostbaar mogen worden en, zoals een gepensioneerd NERG-lid laatst opmerkte, ook betaalbaar moeten zijn voor geïnteresseerden in hun derde levensfase.
Over het onderwijs is men in Nederland niet gauw uitgepraat. We zijn immers een moraliserend volk.

W.H.

VARIA

Nederlandse Natuurkundige Vereniging

De N.N.V. heeft een nieuwe sectie: de sectie Technische Halfgeleiderfysica en -electronica. Deze sectie stelt zich ten doel om de wetenschappelijke activiteiten te stimuleren van de Nederlandse fysici, chemici en elektronici, die werkzaam zijn op het gebied van de technische halfgeleiders. Met dit laatste wordt dan bedoeld de materialen, zoals gebruikt in transistoren, zonnecellen, geïntegreerde schakelingen (chips), etc.
Wat betekent dit stimuleren nu in de praktijk? De nieuwe sectie organiseert wetenschappelijke vergaderingen, symposia, instituutsdagen en dergelijke, vaak in samenwerking met andere secties en verenigingen binnen en buiten de Natuurkundige Vereniging. Dit is zoals U ziet, ongeveer hetzelfde als de activiteiten van andere secties, maar dan nu op het specifieke gebied van de technische halfgeleiders. De sectie doet nu ook mee aan de Voorjaarsvergadering van de N.N.V.
De nieuwe sectie is voortgekomen uit de Kontaktgroep Technische Halfgeleiderfysica en -elektronica. Deze kontaktgroep stelt zich ten doel om te komen tot een coördinatie van onderzoek op het gebied van technische halfgeleiders aan de Nederlandse overheidsinstellingen (Universiteiten etc.). Het is duidelijk dat kontakten met de onderzoekers in de industrie niet in deze Kontaktgroep plaatsvinden. Toch is er behoefte om deze kontakten te bevorderen, wat nu o.a. erg goed kan plaatsvinden binnen het bredere kader van activiteiten van de sectie.
Deze activiteiten zullen worden aangekondigd in het Nederlands Tijdschrift voor Natuurkunde en andere vakbladen. Wilt U direct geïnformeerd worden dan kunt U zich opgeven aan onze secretaris:

Ir. J. Snijder,
Vakgroep Technische Fysica,
Nijenborgh 18,
9747 AG Groningen.

Om te beginnen met de eerste aankonsiging: 18 en 19 april a.s. Voorjaarsvergadering van de N.N.V.

Prof.Dr. J.F. Verweij,
(Voorzitter Sectie Technische
Halfgeleiderfysica en -electronica).

EUROCON '80 - FOURTH EUROPEAN CONFERENCE ON ELECTROTECHNICS

Announcement and Call for Papers

The fourth European Conference on Electrotechnics, EUROCON '80, will be held in Stuttgart, on 24 to 28 March 1980. The Conference theme is

FROM ELECTRONICS TO MICROELECTRONICS
- Trends and Applications

Key professionals and industry leaders will give a comprehensive overview as well as reports on latest developments in this area which will shape our life in the decades to come to an significant extent. A commercial and scientific exhibition will illustrate and supplement the technical presentations. More than 700 participants are expected.

The Conference theme will be covered in some 160 papers under four main headings:

Technology of microelectronics
- from LSI to VLSI,
- microprocessors,
- large memories and systems,
- computer aided design

Microelectronics in telecommunications and data processing
- transmission, switching, integrated networks, computers and communications,
- microelectronics in radio and TV,
- new services and terminals

Electronics in electrical power systems and control
- technology of power-electronic components
- electronics and computer control in power generation, transmission and distribution

Electronics and microelectronics in other fields
- medicine, signal processing, automotive applications, traffic control, consumer products, instrumentation.

Papers are now invited, and should be submitted to:

Professor Dr. W. Kaiser
Chairman Program Committee EUROCON '80
University of Stuttgart
Breitscheidstrasse 2
D - 7000 STUTTGART 1, Germany.

Abstracts of not more than 500 words, should arrive not later than 30. June and the complete text of accepted papers not later than 31. December. The Conference language is English.

Further information on EUROCON '80 including the exhibition can be obtained from:

Professor Dr. W. E. Proebster
Chairman EUROCON '80
IBM Deutschland GmbH
Postfach 80 08 80
D - 7000 Stuttgart, Germany

EUROCON '80, the fourth in the series of European Conferences on Electronics, is sponsored by the Convention of National Societies of Electrical Engineers of Western Europe (EUREL), the Institut of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) Region 8 and the Verband Deutscher Elektrotechniker (VDE).

UIT HET NERG

Werkvergaderingen.

De op 19 April vastgestelde werkvergadering met als thema "Elektronica in de automobiel", moet helaas worden verschoven naar 23 oktober, aangezien enige sprekers zijn uitgevallen. Getracht wordt hiervoor in de plaats te Apeldoorn een dag gewijd aan vliegtuig-elektronica te organiseren.

Op 30 mei wordt op de TH Eindhoven een werkvergadering gewijd aan bron- en kanaalcodering, o.a. met een voordracht van Prof.dr.ir. J.P.M. Schalkwijk.

Ter gelegenheid van de tentoonstelling "Het Instrument" zal op woensdag 26 september in het RAI gebouw te Amsterdam, 's morgens een werkvergadering plaats vinden. Als onderwerp is gekozen: "De ergonometrische aspecten van instrumenten en producten". Het Instituut voor Perceptie Onderzoek (IPO) zal hieraan zijn medewerking verlenen. Na de lunch is men in de gelegenheid de tentoonstelling te bezoeken.

In de maand oktober zal een werkvergadering over verkeersafwikkeling in telefonie netten worden gehouden.

In de maand december van dit jaar staat weer een werkvergadering op het programma met als onderwerp "Satelliet communicatie". Hier zullen de resultaten van de Europese satellieten als OTS en SIRIO worden behandeld. In het bijzonder zullen de ervaringen opgedaan met het experimentele PTT grondstation te Nederhorst de Berg en het satellietstation van de TH Eindhoven ter sprake komen.

Summerschools en symposia:

3 t/m 6 juli 1979, symposium gewijd aan: "Mathematical theory of networks and systems", georganiseerd door de TH Delft.

21 t/m 24 augustus 1979, summerschool op de TH Eindhoven met als onderwerp:"Digitale signaalverwerking". Deze cursus wordt gehouden onder auspiciën van de Benelux IEEE.

17 t/m 19 september 1979, symposium on Optical Communication in het RAI congres centrum te Amsterdam.

Op de TH Delft zijn er plannen om in het voorjaar 1980 een werkvergadering cq een tweedaags symposium te houden met als thema: "Phase Locked Loop systemen en hun toepassingen".

De programmacommissaris
J.W.A.v.d.Scheer
telefoon 04975-2995

LEDENMUTATIES

Voorgestelde leden

C.A.M. Boon, Veerstraat 19, Maassluis
Ir. A. Kamerman, Sloterweg 402, Badhoevedorp
Ir. N. Mobach, Geelkruid 96, Rotterdam

Nieuwe leden

N.P.J.M. Baas, Dunantstraat 899, Zoetermeer
Ing. J.O. de Betue, Amaryllislaan 8, Ranonkel 17, Bennebroek
Ir. F. Booij, van Ruysdaellaan 48, Leidschendam
Ir. H.H. Ehrenburg, Richterstraat 13, Haaksbergen
R.H.M. Ten Eikelder, Siebengewaldseweg 2, Gennep
Ir. O.P. Hogerzeil, Parelmoerhorst 49, Den Haag
Ir. R.P. Koppe, Heusdenhoutseweg 123, Breda
A. Kuysten, Elzenlaan 67, Hilversum
J.P.A. Lamb, Carneoolstraat 16, Leiden
Ing. R.W. van der Linde, Anemonenweg 45, Wassenaar
J.J. Nathan ook genaamd Cohen, Merellaan 199, Maassluis
S.H. van der Poel, Haarlemmerstraat 25, Hillegom
Ir. A.C. Reppel, Hargplein 66, Schiedam
R.L. Roling, Abr. Kuyperlaan 26A, Rotterdam
Ir. A.P.C. van Schendel, Stan Laurelstrook 3, Zoetermeer
Ir. M.K. Smit, Roland Holstlaan 1081, Delft
Ir. A.F. van Veen, Hoge Haerlaan 13, Oldenzaal
Ir. J.C.T. van der Veen, Prinses Irenelaan 16, Oegstgeest
Ir. A.J.A. Verweij, Boarnsterdijk 105, Akkrum
Jhr. C.P. von Weiler, van Montfoortlaan 15, Den Haag

Nieuwe adressen van leden

Ir. N.C. Besseling, Sterrenlaan 41, Puttershoek
Ir. A. Bos, de Reiger 17, Hoogeveen
Ing. A.C. de Klerk, Rembrandtlaan 31, Huizen
Ir. D.A. Kwee, Laan van Nieuw Oost Indië 20, Den Haag
Ir. J.J. Meder, Aalscholverlaan 244, Vlaardingen

Overleden

Prof.ir. J.W. Alexander, Livingstonelaan 600, Utrecht

Conferentie Agenda

Third International Symposium and Technical Exibition on Electromagnetic Compability. Rotterdam May 1-3 1979
Contact person Mr. R.E. Gerritsen, Phone 070-906800

Electronic Test and Measuring Instrumentation, Wembley Conference Centre, June 19-21, 1979

Computer Aided Design and Manufacture of Electronic Components, Circuits and Systems, University of Sussex, July 3-5, 1979

Progress in Cables and Overhead Lines for 22 OKV and Above, London, September 4-6, 1979

Dielectric Materials Measurements and Applications Birmingham, September 10-13, 1979

Fifth European Solid State Circuits Conference ESSCIRC 79, Southampton, September 18-21, 1979

Second International Conference on Electrical Variable Speed Drives, London, September 25-27, 1979

International Conference on Developments in Design and Performance of EHV Switching Equipment, London, October 15-17, 1979

Second International Conference on Automative Electronics London, October 29 - November 1, 1979

1980 International Zurich Seminar on Digital Communications, Zurich, March 4-6, 1980
CALL FOR PAPERS (Further copies may be ordered from the Secretariat of EUREL in Frankfurt)

International Conference on "Radio Spectrum Conservation Techniques", London, July 7-9, 1980

Communications '80, Birmingham, April 15-18, 1980
(no further information enclosed)

Op verzoek van EUREL publiceren we bovenstaande agenda. Getracht zal worden in de toekomst een agenda te publiceren die meer gegevens bevat en wat completer is.

Voor nadere inlichtingen: EUREL-Sekretariat
Stresemannallee 21 D-6000 Frankfurt/Main 70
telefoon: 0949611 6308-200

Tijdschrift van het Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap

Inhoud

deel 44 - nr. 2 - 1979

druk: Het Zuiden Eindhoven